

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Г. В. Фесенко

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
З КУРСУ**

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВ

*(для студентів 4-го курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці»)*

Харків – ХНУМГ – 2013

Фесенко Г. В. Конспект лекцій з курсу «Пожежна безпека виробництв» (для студентів 4-го курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці») / Г. В. Фесенко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова; – Х.: ХНУМГ, 2013. – 86 с.

Автор: доц., к.т.н Г. В. Фесенко

Рецензент: доц., к.т.н. Я. О. Серіков

Рекомендовано кафедрою «Безпека життєдіяльності»,
протокол № 21 від 22.05.2012 р.

ЗМІСТ

Стор.

ЛЕКЦІЯ 1. Оцінка пожежовибухобезпеки середовища всередині технологічного обладнання.....	4
ЛЕКЦІЯ 2. Пожежна безпека виходу горючих речовин із нормально працюючих технологічних апаратів.....	10
ЛЕКЦІЯ 3. Безпека виходу горючих речовин із пошкодженого технологічного обладнання.....	15
ЛЕКЦІЯ 4. Причини пошкодження технологічного обладнання та способи забезпечення пожежної безпеки.....	17
ЛЕКЦІЯ 5. Категорювання приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою.....	21
ЛЕКЦІЯ 6. Виробничі джерела запалювання.....	25
ЛЕКЦІЯ 7. Попередження розповсюдження пожежі шляхом обмеження кількості горючих речовин і матеріалів у виробництві.....	31
ЛЕКЦІЯ 8. Попередження розповсюдження пожежі виробничими комунікаціями.....	37
ЛЕКЦІЯ 9. Попередження розповсюдження пожежі при руйнуванні технологічного обладнання.....	42
ЛЕКЦІЯ 10. Пожежна безпека механічних процесів.....	45
ЛЕКЦІЯ 11. Пожежна безпека гідравлічних процесів.....	51
ЛЕКЦІЯ 12. Пожежна безпека теплових процесів.....	65
ЛЕКЦІЯ 13. Пожежна безпека масообмінних процесів.....	71
ЛЕКЦІЯ 14. Пожежна безпека хімічних процесів.....	78
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	85

ЛЕКЦІЯ 1. ОЦІНКА ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ СЕРЕДОВИЩА УСЕРЕДИНИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Питання для розгляду на лекції:

1.1 Вимоги нормативних документів щодо забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів.

1.2 Аналіз пожежної небезпеки технологічних процесів підвищеної небезпеки.

1.3 Аналіз пожежної небезпеки технологічних процесів, що відмінні від процесів підвищеної небезпеки.

1.4 Загальна умова утворення вибухонебезпечних концентрацій в технологічних апаратах.

1.1 Вимоги нормативних документів щодо забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів

У статті 10 Закону України «Про пожежну безпеку визначено:

- технологічні процеси та продукція мають відповідати вимогам нормативних актів з пожежної безпеки;
- забороняється впровадження нових технологій, випуск пожежонебезпечної продукції без попередньої експертизи (перевірки) проектної та іншої документації на відповідність нормативним актам з пожежної безпеки. Фінансування цих робіт може провадитися лише після одержання позитивних результатів експертизи;
- упровадження нових технологій, передача у виробництво зразків нових пожежонебезпечних машин, механізмів, обладнання та продукції, без дозволу органів державного пожежного нагляду забороняються;
- проектні організації зобов'язані здійснювати авторський нагляд за дотриманням проектних рішень при технічному переоснащенні та експлуатації запроектованих ними об'єктів;
- технологічні процеси, які впроваджують у виробництво, в стандартах на які є вимоги пожежної безпеки, мають мати сертифікат, що засвідчує безпеку їх використання, виданий у встановленому порядку;
- придбане за кордоном технологічне обладнання вводять в експлуатацію лише за умови відповідності його вимогам нормативних актів з пожежної безпеки, що діють в Україні;
- забороняється застосування у виробництві матеріалів і речовин, на які немає даних щодо пожежної безпеки.

У країнах СНД питання пожежної безпеки технологічних процесів вирішують у першу чергу з використанням ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» та ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».

ГОСТ 12.1.004-91 у найбільш загальному вигляді декларує вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки об'єктів, а також викладає принципи і напрями, а в деяких випадках і способи реалізації цих вимог. У ГОСТ Р 12.3.047-98 установлені вимоги пожежної безпеки до технологічних процесів різного призна-

чення всіх галузей економіки і будь-яких форм власності при їх проектуванні, будівництві, реконструкції і експлуатації, а також при розробці і зміні норм технологічного проектування й інших нормативних документів, що регламентують заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на виробничих об'єктах і при розробці технологічних частин проектів і технологічних регламентів. Тут також викладені методики аналізу і методи визначення регламентованих параметрів пожежної безпеки технологічних процесів і приведена класифікація виробничих процесів залежно від рівня їх пожежної небезпеки.

Класифікаційною ознакою технологічного процесу є, так званий, *критерій адитивності* G , який розраховують за формулою

$$G = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m_{i\text{ гр}}}, \quad (1.1)$$

де m_i - маса i -ої небезпечної речовини;

$m_{i\text{ гр}}$ - гранично допустима маса i -ої небезпечної речовини.

При $G \geq 1$ виробничі процеси відносять до *технологічних процесів підвищеної небезпеки*, а при $G < 1$ - до технологічних процесів, що відмінні від процесів підвищеної небезпеки, або просто до *технологічних процесів*. Приналежність технологічного процесу до того або іншого виду визначає критерій оцінки його пожежної небезпеки. Гранично допустима маса пожежонебезпечної речовини або матеріалу, яку ще називають *пороговою кількістю небезпечної речовини*, встановлена залежно від його класу і категорії (згідно з ГОСТ 19433):

- для горючих стиснених, скраплених і розчинених під тиском газів установлені наступні порогові кількості: ацетилену, водню, сірководню, оксиду етилену - 50 т; аміаку - 500 т; решти горючих газів - 200 т;
- для легкозаймистих рідин (ЛЗР) і горючих рідин (ГР) порогова кількість складає 200 т (за винятком оксиду пропілену, для якого $m_{i\text{ гр}} = 50$ т);
- для твердих речовин, що саморозкладаються, - 10 т;
- для окислюючих речовин: рідкого кисню - 2000 т; аміачної селітри - 5000 т; хлору і оксидів азоту - 50 т і т.д.

Згадані вище кількості небезпечних речовин відносяться до однієї технологічної установки (одного сховища) або до групи вказаних об'єктів, якщо відстань між ними не перевищує 500 м.

1.2 Аналіз пожежної небезпеки технологічних процесів підвищеної небезпеки

При аналізі пожежної небезпеки технологічних процесів підвищеної небезпеки необхідно визначити:

- *індивідуальний ризик* R (імовірність ураження людини, що знаходиться в певній точці простору від місця аварії, небезпечними чинниками пожежі і вибуху, що виникають при аварії);
- *соціальний ризик* S (залежність імовірності виникнення подій, що полягають в ураженні певної кількості людей небезпечними чинниками пожежі і вибуху, від кількості цих людей).

Технологічна установка вважається пожежонебезпечною і її експлуатація недопустима, якщо індивідуальний ризик $R > 1 \cdot 10^{-6} \text{ рік}^{-1}$ або соціальний ризик $S > 1 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1}$.

Аналіз пожежної небезпеки технологічного процесу підвищеної небезпеки здійснюють у наступній послідовності:

- розробляють і аналізують сценарії можливих варіантів аварій (у тому числі великої, проектної і максимальної);
- розробляють і аналізують логічні схеми розвитку аварій;
- розраховують значення індивідуального і соціального ризику, порівнюють їх з нормативними величинами.

При $1 \cdot 10^{-6} \text{ рік}^{-1} \geq R \geq 1 \cdot 10^{-8} \text{ рік}^{-1}$ і $1 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1} \geq S \geq 1 \cdot 10^{-7} \text{ рік}^{-1}$ вживають усіх можливих і достатніх заходів щодо зменшення ризику і обґрунтовують прийнятий варіант забезпечення пожежної безпеки виробництва.

Для розробки заходів, що спрямовані на зменшення ризику, виявляють чинники вибухопожежної небезпеки процесу (проводять аналіз вибухопожежної небезпеки технологічного процесу). За відсутності необхідних для визначення ризику даних, допускають використання інших критеріїв (параметрів) пожежної небезпеки технологічних процесів. До таких параметрів, зокрема, відносяться:

- надлишковий тиск, що розвивається при згорянні газо- або пароповітряної суміші в приміщенні;
- розміри зон, що обмежені нижньою концентраційною межею поширення полум'я газів і пари;
- теплове випромінювання пожежі виліву скраплених вуглеводневих газів (СВГ), ЛЗР або ГР;
- розміри зон поширення хмар горючої пари і газів при аварії;
- теплове випромінювання «вогняної» кулі;
- параметри хвиль тиску при згоранні газо- або пароповітряних сумішей у відкритому просторі і ряд інших критеріїв.

Знайдені чисельні значення параметрів зіставляють з гранично допустимими (регламентованими) значеннями, встановленими вимогами нормативних документів, що діють. При необхідності пропонують і розробляють профілактичні і захисні заходи, що дозволяють знизити небезпечні значення параметрів до нормативного рівня.

1.3 Аналіз пожежної небезпеки технологічних процесів, які відмінні від процесів підвищеної небезпеки

Виявлення критеріїв (параметрів) пожежної небезпеки технологічних процесів (незалежно від рівня їх пожежної небезпеки) здійснюється в наступній послідовності:

- виявляють чинники, що характеризують вибухопожежну і пожежну небезпеку технологічного процесу;
- виробляють кількісну оцінку виявлених чинників;
- зіставляють чисельні значення чинників з гранично допустимими (регламентованими) значеннями, що встановлені вимогами нормативних документів, що діють;

- розробляють (при необхідності) способи і технічні рішення, що спрямовані на запобігання появі небезпечних чинників або захист від них.

Методика аналізу вибухопожежної небезпеки технологічного процесу полягає в наступному:

- з'ясовують технологію виробництва, будову і роботу обладнання, а також його розміщення;

- виявляють горючі речовини і матеріали, що обертаються в процесі, визначають їх кількість і пожежовибухонебезпечні властивості;

- виявляють обладнання, ділянки або місця, в яких знаходяться горючі речовини, матеріали або сильні окислювачі, а також можливе утворення газо-, паро- або пилоповітряних сумішей;

- аналізують можливість утворення горючих сумішей усередині технологічного обладнання у різні періоди його роботи;

- аналізують можливість утворення вибухонебезпечних зон у виробничих приміщеннях і на зовнішніх установках в різні періоди роботи технологічного обладнання;

- аналізують причини, що призводять до виходу горючих речовин і матеріалів з технологічного обладнання;

- аналізують можливість утворення в горючому середовищі джерел запалювання;

- аналізують причини і умови, які сприяють розвитку пожежі, що почалася, а також дорозі поширення вогню і розжарених продуктів згоряння;

- розробляють і аналізують сценарії можливих аварій і вибирають проектну аварію;

- обґрунтовують розрахунками категорії приміщень, будівель і зовнішніх установок з вибухопожежної та пожежної небезпеки;

- пропонують і обґрунтовують розрахунками способи забезпечення пожежної безпеки технологічного процесу, а також конкретні технічні рішення і організаційні заходи, спрямовані на зниження його вибухопожежної небезпеки до нормативного рівня.

З метою забезпечення об'єктивності при проведенні аналізу не враховують наявні в проекті або на виробництві діючі системи забезпечення пожежної безпеки. Порівняння потрібних за результатами аналізу протипожежних заходів з рішеннями, що прийняті у виробничо-технічній документації, дозволяє обґрунтовано доповнити їх необхідними заходами щодо захисту виробництва і відмовитися від тих заходів, використання яких нічим не обґрунтоване.

Основою для аналізу пожежної небезпеки технологічного процесу служить наступна проектна або виробнича документація:

- генеральний або ситуаційний план виробничого об'єкту;

- технологічний регламент виробництва або записка розрахункового пояснення до технологічної частини проекту;

- загальні види і розрізи основного технологічного обладнання;

- плани розміщення основного технологічного обладнання у виробничих приміщеннях або на відкритих майданчиках.

1.4 Загальна умова утворення вибухонебезпечних концентрацій в технологічних апаратах

У більшості випадків при дослідженні пожежовибухонебезпеки технологічних процесів немає необхідності враховувати конструктивні особливості апаратів, а досить знати міру їх герметизації. На основі цього показника все різноманіття технологічних апаратів може бути зведене до наступних трьох типів:

- відкриті апарати;
- дихаючі апарати;
- герметичні апарати.

Принципова схема відкритого апарату приведена на рис. 1.1.

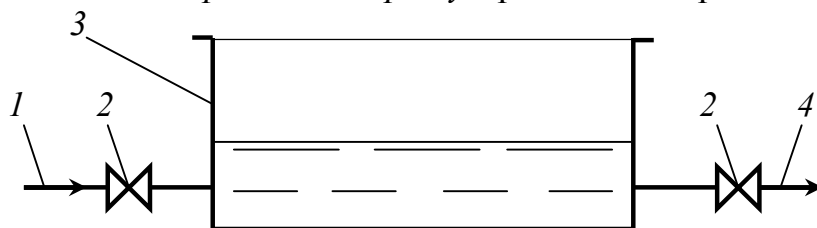


Рис. 1.1 – Схема відкритого апарата:

1- підвідна лінія, 2- засувки, 3 – корпус апарата, 4 – відвідна лінія

Звичайно це досить простий за конструкцією апарат ємкісного типу, в деяких випадках обладнаний теплообмінниками, змішувачами й іншими пристроями. Прикладами відкритих апаратів служать різні ванни (промивальні, забарвлення, загартування та інші), змішувачі, нутч-фільтри, а також апарати періодичної дії, що відкриваються для завантаження і вивантаження продукції. Відкриті апарати можуть оснащувати знімними кришками, якими їх закривають на час простою або проведення яких-небудь технологічних операцій.

Дихаючий апарат, або апарат, з дихальним пристроєм складається з корпусу 3 і стаціонарно сполученим з ним дахом (кришкою) 5, в якій є отвір з патрубком 6 для сполучення внутрішнього простору апарата з атмосферою (рис. 1.2).

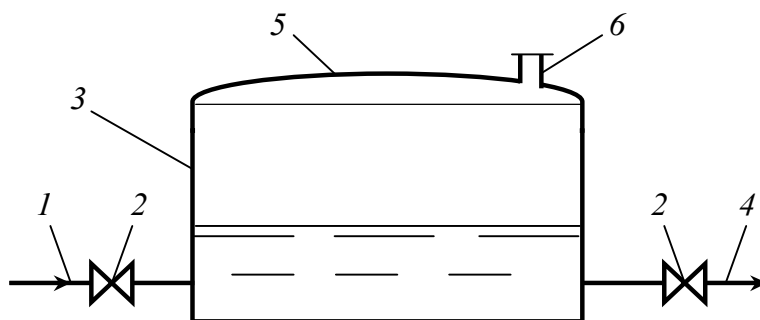


Рис. 1.2 – Схема дихаючого апарату:

1-4 – див рис.1.1; 5 – дах; 6 – дихальний патрубок

Прикладами таких апаратів служать резервуари із стаціонарним дахом для зберігання нафти і нафтопродуктів, вимірники, напірні баки, бункери для зберігання зернистих і пилоподібних матеріалів і тому подібне, апарати із змінним рівнем продуктів, що знаходяться в них. На дихальних патрубках можуть встановлюватися дихальні клапани, які не перешкоджають проведенню операцій

наповнення-спорожнення, але забезпечують герметизацію внутрішнього простору апаратів в періоди їх простою.

Схема *герметичного апарата* показана на рис. 1.3. Внутрішній простір такого апарата повністю ізолювано від довкілля. Більш того, наявні в таких апаратах роз'ємні з'єднання (фланці, сальники та ін.) мають високу ступінь герметизації, що запобігає виходу речовини назовні при роботі апаратів під високим тиском або підсос повітря всередину при роботі апаратів під вакуумом.

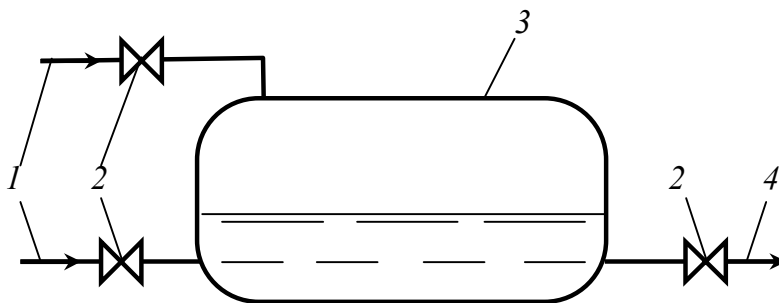


Рис. 1.3. Схема герметичного апарату:
1-4 – див. рис.1.1

Приклади герметичних апаратів: реактори безперервної дії, колони ректифікацій, абсорбери й інші апарати, а також насоси, компресори, напірні трубопроводи й інше технологічне обладнання. Такі апарати часто обладнують запобіжними клапанами або іншими захисними пристроями, які не впливають на герметичність апаратів при нормальному режимі експлуатації і спрацьовують лише при надмірному підвищенні в них тиску.

При виборі типу апарата керуються в першу чергу агрегатним станом речовин, що обертаються в технологічному процесі, і матеріалів з їх класом небезпеки (токсичністю, пожежовибухонебезпекою). Горючі гази (ГГ), скраплені гази (у тому числі СВГ), перегріті пари пожежонебезпечних рідин зберігають і переробляють лише в герметичних апаратах. Проте горючі гази в певних випадках можуть виділятися з рідин і твердих матеріалів (у тому числі і негорючих), що знаходяться у відкритих і дихаючих апаратах. Горючі рідини (ЛЗР і ГР) і тверді горючі матеріали (шматкові, зернисті, пилоподібні або волокнисті) зберігають і переробляють в апаратах будь-яких типів. Пожежовибухонебезпечні токсичні речовини і матеріали зберігають і переробляють лише в герметичному обладнанні.

Типи апаратів, технологічні параметри їх роботи, види речовин, що знаходяться в апаратах, і матеріалів визначають особливості утворення в апаратах ВНК - сумішей горючих газів, пару і пилу (волокон) з окислювачами в певних кількісних співвідношеннях.

Загальною умовою утворення ВНК незалежно від вигляду горючої речовини, типу виробничого апарату і місця утворення горючої суміші є вираз:

$$\varphi_n \leq \varphi_p \leq \varphi_v, \quad (1.2)$$

де φ_n і φ_v – відповідно нижня і верхня концентраційні межі поширення полум'я;
 φ_p – робоча (фактична) концентрація горючої речовини.

На рис. 1.4 приведені статистичні дані, що характеризують місця утворення горючих концентрацій, а також види тих, що беруть участь в утворенні ВНК

горючих речовин і матеріалів. У більшості випадків ВНК утворюються в технологічному обладнанні, причому в утворенні ВНК частіше беруть участь пари ЛЗР і горючі гази. З урахуванням цих відомостей розглянемо умови утворення ВНК в апаратах різного типу з різними видами горючих речовин і матеріалів, а також основні способи забезпечення вибухопожежної безпеки.

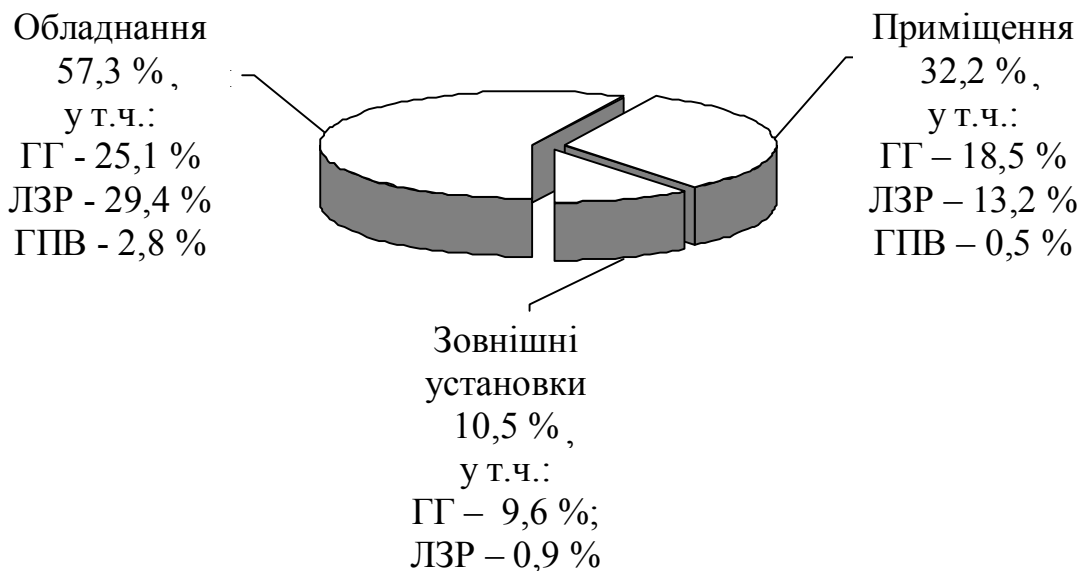


Рис. 1.4 – Місця утворення горючих сумішей:
ГГ- горючі гази; ЛЗР - пари ЛЗР і ГР; ГПВ - горючі пил і волокна

ЛЕКЦІЯ 2. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИХОДУ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН ІЗ НОРМАЛЬНО-ПРАЦЮЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АПАРАТІВ

Питання для розгляду на лекції:

2.1 Пожежна небезпека виходу горючих газів з апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки.

2.2 Пожежна небезпека виходу парів ЛЗР і ГР з апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки.

2.3 Пожежна небезпека виходу горючого пилу з апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки.

2.4 Пожежна небезпека періодично діючих апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки.

2.1 Пожежна небезпека виходу горючих газів з апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки

Із справних технологічних апаратів незалежно від їх типу і режиму роботи горючі гази і пари можуть у тій чи іншій кількості виходити назовні. У певних випадках це приводить до утворення місцевих зон вибухонебезпечних концентрацій (зон ВНК).

2.1.1 Відкриті і дихаючі апарати

Горючі гази зберігають і переробляють в герметичних апаратах. Проте в деяких випадках при проведенні хімічних або електрохімічних процесів переробки негорючих речовин і матеріалів у відкритих або дихаючих апаратах в них

можуть утворюватися і виділятися назовні горючі гази.

Прикладами таких апаратів і процесів служать:

- ванни для електрофорезу і нанесення гальванічних покриттів;
- апарати, в яких протікають хімічні процеси, що супроводжуються виділенням горючих газів (наприклад, водню при розкладанні гідридів металів або при протравленні металів кислотами, ацетилену при дії води на карбід кальцію);
- акумуляторні батареї при їх зарядці та ін.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* у виробничих приміщеннях:

1. Нейтралізація горючих газів, що виділяються (поглинання, спалювання).
2. Герметизація обладнання.
3. Улаштування систем відведення газів, що виділяються, за межі приміщень.
4. Улаштування місць, обладнаних вентиляцією.
5. Улаштування місцевих відсмоктувачів.
6. Улаштування систем аерації і загальнообмінної вентиляції.
7. Винесення обладнання з приміщень на відкриті майданчики.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* на зовнішніх установках:

1. Герметизація обладнання.
2. Відведення газів, що утворюються, на спеціально обладнану свічку або факел.
3. Запобігання скиданню газів з дихальних трубопроводів до зони аеродинамічної тіні.
4. Припинення ведення технологічного процесу, що пов'язаний з виділенням горючих газів, за несприятливих атмосферних умов.

2.1.2 Герметичні апарати

Витоки горючих газів (перегрітої пари) з герметичних апаратів, що працюють під тиском, відбуваються через нещільність у прокладках, сальникових ущільненнях, через мікротріщини в зварних швах і подібних їм місця.

Витоки горючих газів (перегрітої пари) з герметичного обладнання розосереджені в просторі і відбуваються рівномірно протягом усього періоду експлуатації. Тому в даному випадку місцеві зони ВНК не утворюються, а відбувається поступове наростання концентрації горючих газів у повітрі виробничого приміщення.

Основні *способи забезпечення вибухопожежної безпеки*:

1. Періодичний контроль герметичності обладнання (випробування на герметичність).
2. Заміна прокладок, що зносилися, окремих вузлів і обладнання в цілому, підтяжка роз'ємних з'єднань і т.д.
3. Заміна сальникових ущільнень на більш герметичні (наприклад, торцеві).
4. Улаштування систем аерації, локальної і загальнообмінної вентиляції.
5. Винесення обладнання з приміщень на відкриті майданчики.

2.2 Пожежна небезпека виходу парів ЛЗР і ГР з апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки

2.2.1 Відкриті апарати

До відкритих апаратів, або апаратів з відкритою поверхнею випаровування рідин, відносяться всілякі ванни для промивання і фарбування виробів, просочення тканин і паперу розчинами смол, приймальні лотки і піддони на лініях

затарювання розчинників, фарб, лаків і інших пожежонебезпечних рідин і багато інших. Випаровування відбувається також із пофарбованих поверхонь при сушці виробів, а також з поверхонь розливу рідин.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* при експлуатації відкритих апаратів*:

1. Створення і підтримка безпечних температурних умов експлуатації.
2. Заміна відкритих апаратів на апарати інших типів.
3. Закриття апаратів кришками в періоди їх простою.
4. Заміна ЛЗР і ГР на менш горючі (з вищою температурою спалаху) або негорючі рідини.
5. Вживання найбільш раціональної конструкції відкритих апаратів з мінімальною поверхнею випару.
6. Улаштування місцевих відсмоктувачів.
7. Улаштування загальнообмінної вентиляції.
8. Винесення апаратів за межі приміщень.

*Примітка**. Забороняється використання ЛЗР у відкритих апаратах для знежирення і миття деталей вузлів машин і апаратів.

2.2.2 Дихаючі апарати

Дихаючі апарати з горючими рідинами широко використовують у різних галузях промисловості як мірники, напірні баки, витратні і проміжні ємкості, сховища. Підвищення рівня рідини, що знаходиться в такому апараті, збільшення температури або зниження тиску довкілля призводить до виходу пароповітряної суміші назовні (явище «видиху»). Після завершення операції спорожнення, також спостерігається вихід пароповітряної суміші з апарату назовні, що пов'язане з підвищенням у ньому тиску внаслідок випаровування рідини і насичення повітря паром (явище «зворотного видиху»). Згадані вище явища часто служать причинами вибухів і пожеж, оскільки призводять до загазованості приміщень і утворення вибухонебезпечних зон на зовнішніх установках. Вихід пари з апаратів призводить також до забруднення довкілля і до великих економічних збитків. Наприклад, при заповненні бензином сталевого вертикального резервуару місткістю 5000 м³ втрачається (в середньому) до 5200 кг пари бензину влітку і до 3300 кг взимку, а щодобові втрати бензину унаслідок малих дихань залежно від міри заповнення резервуару досягають 40-300 кг.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* при експлуатації дихаючих апаратів:

1. Ліквідація або зменшення пароповітряного простору.
2. Установка на дихальному патрубку апарату дихального клапана для герметизації пароповітряного простору в періоди простою апарату, тобто в проміжки часу між операціями наповнення або спорожнення. Дихальний клапан дозволяє підтримувати визначені надлишковий тиск і вакуум в апараті, забезпечуючи мінімальні втрати летких компонентів за рахунок випаровування, але не перешкоджає великим і малим «диханням». Відома безліч конструкцій дихальних клапанів, обраних залежно від призначення апаратів, їх габаритів, конструктивних особливостей, пропускної спроможності і конкретних умов експлу-

атації. На резервуарах для зберігання нафти і нафтопродуктів застосовуються дихальні клапани, які розраховані, виходячи з умов міцності і стійкості конструкцій резервуарів на надлишковий тиск 2000 Па (200 мм вод. ст.) і вакуум 350 Па (35 мм вод. ст.), - для сталевих вертикальних резервуарів або надлишковий тиск 1000 Па (100 мм вод. ст.) - для залізобетонних резервуарів.

3. Установка диска-відбивача під дихальним патрубком дозволяє уникнути інтенсивного перемішування пароповітряної суміші зі свіжим повітрям, що поступає до резервуару під час зливу рідини.

4. Зберігання горючих рідин у герметичних апаратах під надлишковим тиском.

5. Улаштування газозрівнювальної системи – ГЗС.

За допомогою трубопроводів пароповітряні простори двох або більшої кількості апаратів (резервуарів) з ідентичними продуктами з'єднують до загальної системи. Найбільшого ефекту під час роботи ГЗС досягають у тому випадку, коли апарати працюють в протифазі: один з апаратів наповнюють певним об'ємом рідини, а інший - спорожняють від такої ж кількості рідини. При невідповідності витрат необхідно улаштовувати газозбірник або свічку.

6. Часткова конденсація пари в кінцевому зворотному холодильнику.

7. Захист від дії зовнішніх джерел тепла на обладнання за допомогою теплоізоляції, сонцезахисних екранів, зрошування апаратів водою, тепловідбивних фарб.

8. Виведення дихальних труб за межі приміщень із запобіганням скиданню пароповітряних сумішей до зони аеродинамічної тіні.

9. Використання абсорберів і адсорберів для уловлювання пари з пароповітряних сумішей, що видихаються.

10. Призупинення операції наповнення резервуара за несприятливих атмосферних умов, що сприяють скупченню пари в приземному шарі, та за інтенсивної грозової діяльності.

2.3 Пожежна небезпека виходу горючого пилу з апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки

Особливістю експлуатації виробництв, де обертається горючий пил або волокна, в порівнянні з виробництвами, в яких обертаються горючі гази або рідини, є здатність пилу і волокон осідати на різних поверхнях, що призводить до їх поступового накопичення в приміщеннях.

2.3.1 Відкриті апарати

До відкритих апаратів належить наступне обладнання:

- конвеєри (скребкові, пластинчасті, стрічкові та ін.);
- ванни для нанесення порошкових покриттів на вироби;
- обладнання для обробки, шліфування і полірування деталей з металів, деревини, пластичних мас, лакованих або пофарбованих виробів;
- бункери, збірники і лотки для приймання подрібнених матеріалів;
- тара для переробки, фасування і зберігання фарбників, сажі, подрібненої сірки, муки, цукрової пудри, порошку какао і інших пилоподібних матеріалів і продуктів в хімічній, гумотехнічній, хлібопекарській, кондитерській і інших галузях промисловості.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* при експлуатації відкритих апаратів з порошками, пилоподібними матеріалами або волокнами:

- заміна процесів на такі, що взагалі не утворюють пилу;
- герметизація обладнання;
- улаштування місцевих відсмоктувачів і загальнообмінної вентиляції;
- періодичне зволоження прибирання приміщень від відкладень пилу волокон;
- закриття апаратів кришками під час транспортування або простою;
- обмеження швидкості транспортування або руху повітря уздовж поверхні пилоподібного матеріалу нижче за швидкість витання.

2.3.2 Дихаючі апарати

До дихаючих апаратів відносяться збірники, бункери, сховища кускових, зернистих і пилоподібних матеріалів; апарати для переробки і обробки твердих компактних, кускових, пилоподібних і волокнистих матеріалів (млини, дробарки, класифікатори, розпушувачі) і тому подібне обладнання.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* при експлуатації дихаючих апаратів:

1. Заміна процесів на такі, що взагалі не утворюють пилу (наприклад, заміна кульових млинів на вібраційні або використання мокрих методів помелу).
2. Герметизація обладнання.
3. Улаштування місцевих відсмоктувачів з апаратів і загальнообмінної вентиляції.
4. Періодичне зволене прибирання приміщень від відкладень пилу, волокон.
5. Винесення циклонів, рукавних фільтрів, сепараторів, збірників подрібнених і пилоподібних відходів, іншого обладнання за межі приміщень.

2.3.3 Герметичні апарати

Це апарати того ж призначення, що й дихаючі, але працюючі під тиском або вакуумом, чи ті, що мають герметизовані системи завантаження і вивантаження продукції. До герметичного обладнання належать розпилюючі сушарки, сушарки киплячого шару (КШ), труби-сушарки, реактори і регенератори із зернистим і пилоподібним каталізатором, безперервно діючі адсорбери із зернистим і пилоподібним адсорбентом й інше подібне обладнання, а також системи пневмотранспорту. З герметичного обладнання виділяється значно менше пилу і волокна, ніж з відкритих і дихаючих апаратів.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* при експлуатації герметичних апаратів з пилоподібними і волокнистими матеріалами:

1. Улаштування загальнообмінної вентиляції.
2. Періодичне зволене прибирання приміщень від відкладень пилу, волокон.
3. Проведення технологічних процесів під розрідженням.
4. Розміщення обладнання на відкритих майданчиках.

2.4 Пожежна небезпека періодично діючих апаратів і способи забезпечення пожежної безпеки

До періодично діючих відносяться: апарати, що періодично відкриваються для завантаження сировини і вивантаження продукції, розчинники смол, змі-

шувачі, екстрактори, автоклави та ін. Робота таких апаратів характеризується циклічністю.

Основні *способи забезпечення пожежної безпеки* при експлуатації періодично діючих апаратів:

1. Заміна періодично діючих апаратів, на безперервно діючі.
2. Герметизація завантажувальних і розвантажувальних операцій.
3. Зниження температури середовища в апараті перед початком розвантаження.
4. Скидання надлишкового тиску середовища з апарату в дихальну лінію перед відкриттям кришки.
5. Улаштування кінцевого зворотного холодильника.
6. Виведення дихальних труб за межі приміщень.

ЛЕКЦІЯ 3. БЕЗПЕКА ВИХОДУ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН ІЗ ПОШКОДЖЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Питання для розгляду на лекції:

3.1 Класифікація аварій на виробничих об'єктах.

3.2 Способи попередження пошкоджень і руйнувань технологічного обладнання.

3.1 Класифікація аварій на виробничих об'єктах

Найбільш пожежовибухонебезпечна ситуація на виробничих об'єктах, що здатна призвести у тому числі до катастрофічних наслідків, виникає в разі аварійного виходу горючих речовин з технологічного обладнання.

Вихід горючої речовини з пошкодженого технологічного обладнання призводить, як правило, до утворення пожежо- або вибухонебезпечної зони і за наявності джерела запалювання - до займання горючої речовини або вибуху горючої суміші, пожежі на виробничому об'єкті.

Під *аварією* (у найбільш широкому тлумаченні цього терміну) розуміють руйнування споруд і технічних пристроїв, які використовують на небезпечному виробничому об'єкті, неконтрольований вибух і викид небезпечних речовин.

Залежно від можливих наслідків, аварії на виробничих об'єктах відповідно до ГОСТ Р 12.3.047-98 класифікуються як:

крупна аварія - аварія, за якої гине не менше десяти чоловік;

проектна аварія - аварія, для якої забезпечення заданого рівня безпеки гарантується передбаченими в проекті промислового підприємства системами забезпечення безпеки по ГОСТ 12.1.004-91;

максимальна проектна аварія - проектна аварія з найбільш тяжкими наслідками (загибель більше десяти чоловік, значні матеріальні або екологічні збитки).

Локальне пошкодження технологічного обладнання - утворення тріщин, наскрізних отворів від корозії, прогарів теплообмінної поверхні, порушення цілісності фланцевих з'єднань і т.п., яке призводить до виходу продукту під тиском у вигляді струменів пари, газу або рідини.

Повне руйнування технологічного обладнання (апарата, резервуара, залізничної цистерни, мірника, відстійника, циклону і т.п.) або трубопроводу характеризується виходом усього вмісту до виробничого приміщення або на територію відкритої установки.

Статистика надзвичайних ситуацій, аварій і пожеж, що сталися на виробничих об'єктах унаслідок займання горючих парогазоповітряних сумішей, свідчить про те, що пожежа може розвиватися за ефектом «доміно», коли до аварійної ситуації додатково залучаються сусідні споруди підприємств, а також будівлі і споруди житлової забудови (при розташуванні об'єкта на селитебній території), що призводить до значних матеріальних збитків, травм і загибелі людей.

Необхідною умовою для реальної оцінки масштабів наслідків надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути на виробничих об'єктах, і розробки заходів протипожежного захисту є кількісний аналіз небезпеки середовища в зоні виходу горючих речовин з пошкодженого технологічного обладнання. Стійка, безаварійна і безпечна робота виробничих об'єктів залежить від конструкції і надійності експлуатованого обладнання, наявності і справності контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, і багато в чому від наявності і ефективності систем протиаварійного, активного і пасивного протипожежного захисту. Безпека виробництва в значній мірі визначається організаційно-технічними заходами, до яких можна віднести: рівень організації профілактичної роботи, своєчасність і якість планово-попереджувальних ремонтів обладнання і приладів, підготовленість і практичні навички персоналу підприємств, система нагляду за станом технічних засобів протиаварійної і протипожежної систем.

Для сучасного рівня розвитку промисловості характерні значні об'єми вибухопожежонебезпечних і токсичних продуктів, що знаходяться в технологічній апаратурі, сховищах, прицевих і базисних складах, тому необхідно вживатися всебічних заходів що попередження витоків і викидів цих продуктів, пожеж, вибухів.

3.2 Способи попередження пошкоджень і руйнувань технологічного обладнання

Вибухопожежобезпеку виробничих об'єктів значною мірою досягають попередженням пошкоджень і руйнувань технологічного обладнання, що забезпечується одним з наступних способів або їх комбінацією:

- дотриманням технологічного регламенту ведення виробничого процесу і вимог охорони праці;
- максимальною механізацією і автоматизацією технологічних процесів;
- здійсненням контролю за геометричними характеристиками технологічного обладнання;
- проведенням планових ремонтних робіт, дефектоскопії і рентгеноскопії найбільш відповідальних технологічних апаратів, споруд;
- дотриманням температурних режимів і режимів тиску при експлуатації технологічного обладнання;
- оснащенням апаратів незалежними вимірювачами рівня і манометрами стеження за режимами тиску. Наприклад, контроль рівня в резервуарах має здійснюватися лише автоматичними контрольно-вимірювальними приладами;
- регулюванням швидкості наповнення (спорожнення) ємкісних апаратів рідиною, яка не має перевищувати сумарної пропускнуєї спроможності встановлених на них дихальних пристроїв;

- забезпеченням можливості перекачування продуктів з одного апарату в інший при аварійній ситуації;
- використанням пристроїв для скидання конденсату при розташуванні усередині апаратів нагрівальних елементів (наприклад, парового змішувача, всі з'єднання якого мають бути зварними);
- використанням двостінних апаратів із заповненням міжстінного простору інертними газами або негорючими рідинами (азотом, аргоном, тосолом і т.п.);
- застосуванням пристроїв захисту виробничого обладнання з горючими речовинами від пошкоджень і аварій, встановленням вимикаючих, відсікаючих й інших подібних пристроїв, запобіжних клапанів і розривних мембран;
- заповненням гідравлічних клапанів рідиною, що важко випаровується, не кристалізується, не полімеризується і незамерзаючою;
- підбором і вживанням відповідних матеріалів для обладнання, використовуваного в агресивних середовищах, при низьких або високих температурах;
- застосуванням антикорозійного захисту обладнання;
- нанесенням на поверхні відкритих технологічних установок спеціальних фарб, облицювальних матеріалів, негорючої теплоізоляції з метою зменшення зовнішнього припливу тепла від сонячної радіації;
- застосуванням матеріалів прокладок і ущільнювачів, що володіють значною пружністю і стійкістю при робочих температурах в агресивних середовищах (бензостійкої гуми, асбометалевих прокладок і т.п.);
- застосуванням вогнеперешкоджувачів в обладнанні (іскрогасників і т.д.);
- установкою в місцях можливого утворення зон ВНК датчиків довибухонебезпечних концентрацій з автоматичним відключенням спонукачів витрати горючих газів або рідин і виведенням сигналу про порушення технологічного процесу на пульт управління технологічним процесом;
- виконанням вимог діючих норм, правил і стандартів у галузі забезпечення пожежної і промислової безпеки.

ЛЕКЦІЯ 4. ПРИЧИНИ ПОШКОДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Питання для розгляду на лекції:

4.1 Причини пошкоджень технологічного обладнання.

4.2 Пошкодження технологічного обладнання в результаті механічних дій.

4.3 Пошкодження технологічного обладнання внаслідок температурних впливів.

4.4 Пошкодження технологічного обладнання в результаті хімічних впливів.

4.1 Причини пошкоджень технологічного обладнання

Необхідною умовою забезпечення ефективної і безпечної експлуатації технологічного обладнання є його міцність.

Під *міцністю* розуміють здатність матеріалу чинити опір руйнуванню, а також безповоротній зміні форми (пластичні деформації) при дії зовнішніх навантажень. Міцність технологічного обладнання забезпечується правильним підбором матеріалу з врахуванням характеру і величин внутрішніх і зовнішніх

навантажень, що діють на нього. При виборі характеристики міцності обладнання завжди виходять з найнесприятливіших умов роботи.

Спостережувані на практиці пошкодження технологічного обладнання відбуваються в результаті недоліків проектування і конструктивного виконання (неправильний розрахунок, невдалий вибір матеріалу), дефектів виготовлення (приховані внутрішні дефекти матеріалу, неякісна підгонка і зварювання), порушення прийнятих режимів роботи, відсутності або несправності засобів захисту від надзвичайних ситуацій (перевантажень, неякісного технічного обслуговування і ремонту).

Можливі наступні основні комбінації порушень, що призводять до пошкодження технологічного обладнання:

- перевищення розрахункових навантажень при збереженні розрахункової міцності обладнання;
- зниження розрахункової міцності обладнання при збереженні розрахункових навантажень;
- одночасне порушення розрахункових навантажень і розрахункової міцності обладнання.

Прикладом руйнування технологічного обладнання в результаті комбінації порушень може служити аварія з подальшою крупною пожежею на складі скраплених газів одного з газопереробних заводів. При заповненні горизонтального резервуару пропаном, засувку на колекторі в ємкості закрили без попередньої зупинки насоса. При проектному максимальному тиску 2 МПа тиск у колекторі зріс до 3 МПа. Заглушка колектора при проектній товщині 40 мм мала фактичну товщину 12 мм, причому її шов по колу не був проварений на 70%. За проектом на приймальних і випускних колекторах мали бути встановлені запобіжні клапани, проте з невідомої причини їх не було. У результаті зниження проектної міцності обладнання і значного перевищення робочого тиску в трубопроводі заглушку вирвало з фланця. Сталося займання газоповітряної суміші, що призвело до пожежі і поширення її на всю групу резервуарів.

Причини пошкоджень технологічного обладнання прийнято *класифікувати* таким чином:

- пошкодження в результаті механічних дій;
- пошкодження в результаті температурних дій;
- пошкодження в результаті хімічних дій.

4.2. Пошкодження технологічного обладнання в результаті механічних дій

Під *механічними діями* розуміють такі дії, які виникають у результаті перевищення розрахункових навантажень на обладнання при збереженні його розрахункової міцності.

Найбільш характерною механічною дією є надмірний внутрішній тиск або розрідження, що виникає в апараті при переповнюванні обладнання рідинами, газами або зливі їх.

Таке явище має місце на виробничих об'єктах при порушенні технологічного режиму, недостатньому контролі при веденні технологічного процесу, несправності контрольно-вимірювальних приладів і захисної автоматики.

Для запобігання переповнюванню технологічного обладнання рідинами або газами передбачаються:

- лічильники кількості речовин, що поступають в обладнання;
- пожежобезпечні рівнеміри, манометри;
- автоматичні системи припинення подачі продуктів, вимикаючі насоси, компресори і живлячі лінії;
- сигналізатори граничного верхнього рівня наливання рідині, або ЗВГ;
- системи сигналізації і зв'язку між наповнюваними апаратами і операторними, насосними, компресорними;
- переливні трубопровідні лінії (забороняється встановлювати перекриваючу арматуру).

4.3. Пошкодження технологічного обладнання внаслідок температурних впливів

Пошкодження технологічного обладнання може відбутися в результаті утворення не передбачених розрахунком температурних перенапруг у матеріалі стінок апаратів і трубопроводів, а також у результаті погіршення механічних характеристик металів при низьких або високих температурах.

Температурні перенапруги в матеріалі апаратів настають, коли є перешкоди лінійній зміні окремих елементів або конструкції в цілому.

Для попередження аварій від температурних дій:

- суворо підтримують заданий температурний режим роботи;
- використовують автоматичні регулятори температури;
- встановлюють прилади реєстрації з сигнальними пристроями для вимірювання температури стінок корпусу апарату;
- здійснюють охолодження внутрішньої поверхні стінок апарату;
- зовнішні апарати захищають теплоізоляцією.

Тривала дія високих температур на матеріал, з якого виготовлені апарати, призводить до появи повільних пластичних деформацій у цих апаратах, навіть у тих випадках, коли напруга від робочих навантажень не перевищує межі текучості (за даної температури). Таке явище носить назву *повзучості*.

Особливо істотних змін в умовах тривалої роботи під навантаженням при високій температурі зазнають вуглецеві сталі, а леговані і жароміцні сталі свої механічні властивості змінюють трохи. Тому при конструюванні апаратів і трубопроводів необхідно використовувати марки сталей, залежно від призначення матеріалу, з врахуванням можливого підвищення температури при експлуатації.

4.4 Пошкодження технологічного обладнання в результаті хімічних впливів

Речовини, що обертаються в технологічному процесі, і докілья вступають в хімічну взаємодію з матеріалом, з якого виготовлено технологічне обладнання, викликаючи його руйнування. Руйнування матеріалу в результаті взаємодії з дотичним з ним середовищем називають *корозією*.

До руйнівної дії корозії найбільш схильні слабкі місця виробничого обладнання: шви, роз'ємні з'єднання, прокладки, місця вигинів і поворотів труб.

У ряді випадків необхідна корозійна стійкість металевих конструкцій досягається використанням стійкого в даному корозійному середовищі і за даних умов матеріалу (бронза - в розчинах солей, титан - в розчинах оцтової кислоти будь-яких концентрацій до $+ 165^{\circ}\text{C}$); нержавіючі хромонікелеві сталі - в окислювальних середовищах; алюміній - в 40% -вій мурашиній кислоті (до $+ 20^{\circ}\text{C}$) і т.п.

Рациональний вибір матеріалу може бути зроблений на підставі довідкових даних або спеціально поставлених експериментів. З метою економії високолегованих неіржавіючих сталей широко застосовують *біметал* - двошаровий матеріал, що складається з двох різних металів. Основний (товстий) шар сприймає навантаження. Тонкий (захисний) шар оберігає основний шар від корозійної дії середовища.

Поліпшення корозійної стійкості сталі в ряді випадків досягають за рахунок підвищення однорідності структури відповідною термічною обробкою, усуненням місць концентрації внутрішньої напруги і деформацією або тонкою механічною обробкою поверхні (шліфуванням, поліруванням).

Ізоляцію металу від агресивного середовища захисними покриттями використовують у технологічному процесі найчастіше. Метал покривають лаками, нітрофарбами, масляними, гліфталевими і поліхлорвініловими фарбами. Від ґрунтової корозії споруди і трубопроводи захищають бітумо-пековими обмазками.

Захист поверхонь від корозії здійснюють також шляхом нанесення тонких металевих плівок (нікелюванням, лудінням, хромуванням, срібленням, золоченням) і за допомогою футерування - внутрішнього облицювання апаратів хімічно стійкими матеріалами: керамічною плиткою, графітом, свинцем, алюмінієм, пластичними масами, гумою і т.п. Основний недолік футерування полягає в наявності швів, стиків і місць кріплення, які найчастіше ушкоджуються.

Зменшення корозійної активності середовища здійснюють шляхом очищення оброблюваних речовин від агресивних домішок, а також введенням сповільнювачів корозії - інгібіторів.

Очищення від агресивних домішок здійснюють шляхом відстоювання, фільтрації, хімічним шляхом, а також за допомогою абсорбції і адсорбції. Всі ці способи вимагають використання спеціальних установок і витрат значної кількості енергії. Як інгібітори, економічно вигідно застосовувати органічні або неорганічні сполуки (наприклад, уротропін, декстрин, хромати, нітрати, фосфати металів, які створюють на поверхні металу різного вигляду захисні плівки). Вміст інгібітору в оброблюваних речовинах зазвичай не перевищує 0,01 %. Зменшення ґрунтової корозії можна добитися шляхом зниження її вологості осушенням, засипкою місць установки апаратів і прокладки трубопроводів бітумінозними землями.

Використання неметалічних хімічно стійких матеріалів знайшло широке поширення. Використовуються пластичні маси, штучні смоли і гуми, поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, полістирол, капрон, фторопласти, ебоніт, складні пластики й інші природні неорганічні матеріали (граніт, базальт), а також штучно отримувані силікатні матеріали (фарфор, скло, кераміка, цемент). Неметалічні матеріали застосовують не лише для футерування металевих апаратів, але і для виготовлення корпусів апаратів, труб, насосів, окремих вузлів і деталей технологічних установок.

Протекторний захист виконують за допомогою приєднання до споруди, що захищається, гальванічних анодів - протекторів, електрохімічний потенціал яких нижчий, ніж у споруди, що захищається. Протекторний захист не вимагає джерел струму (що знижує експлуатаційні витрати) і забезпечує вибухобезпечність.

При протекторному захисті електричний струм необхідного напрямку виходить в результаті створення штучних гальванопар, в яких катодом є метал, що захищається, анодом - чисті метали (цинк, магній, алюміній). Аноди виготовляють у вигляді пластин, стержнів, труб і розміщують на відстані 1-5 м від об'єкта, що захищається, з кроком 20 м. Для підвищення ефективності роботи протектор поміщають у спеціально приготовану суміш солей, глини і води (активатор). Проводять нагляд за станом апаратури.

ЛЕКЦІЯ 5. КАТЕГОРУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ І ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

Питання для розгляду на лекції:

5.1 Загальні положення.

5.2 Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

5.3 Категорії будинків за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

5.4 Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

5.1. Загальні положення

Норми визначення категорій приміщень і будинків за вибухопожежною та пожежною небезпекою (ВтаПН) (далі – Норми) є обов'язковими для юридичних і фізичних осіб незалежно від форм власності та виду діяльності. Вони викладені у НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

Норми встановлюють порядок визначення категорій приміщень і будинків (або частин будинків у межах протипожежних відсіків) виробничого, складського призначення, а також зовнішніх установок за ВтаПН залежно від кількості і властивостей речовин і матеріалів, що в них знаходяться (обертаються), з урахуванням особливостей технологічних процесів виробництва та об'ємно-планувальних рішень, наявності технічних засобів, що запобігають аварійним ситуаціям. Ці Норми мають використовуватися під час розробки відомчих норм технологічного проектування та переліків приміщень з визначенням категорій за ВтаПН.

Категорії приміщень і будинків, які визначені відповідно до цих Норм, слід використовувати для встановлення нормативних вимог щодо забезпечення вибухопожежної та пожежної безпеки вказаних приміщень та будинків стосовно планування і забудови, поверховості, площ, розташування приміщень, конструктивних рішень, інженерного обладнання, систем протипожежного захисту.

Ці Норми використовують на стадії проектування, будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення приміщень і будинків.

Норми не поширюються на приміщення та будинки для виробництва і збереження вибухових речовин (далі - ВР), будинки і споруди, які проектуються за спеціальними нормами і правилами, що затверджені у встановленому порядку.

За ВтаПН приміщення та будинки поділяють на категорії А, Б, В, Г та Д.

Категорії приміщень і будинків за ВтаПН визначають для найбільш несприятливого щодо виникнення пожежі або вибуху періоду, виходячи з виду горючих речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в апаратах і приміщеннях, їх кількості, пожежонебезпечних властивостей, особливостей технологічних процесів.

Визначати категорію приміщень слід послідовно по низхідній – від найбільш вибухопожежонебезпечної категорії А до Д.

Визначення пожежонебезпечних властивостей речовин та матеріалів проводиться на підставі результатів випробувань або розрахунків за стандартними методиками з урахуванням параметрів стану (тиску, температури тощо).

Під час розрахунків допускається використання довідникових даних.

У разі відсутності даних про показники пожежної небезпеки горючих сумішей речовин і матеріалів допускається приймати показники пожежної небезпеки вказаних речовин і матеріалів за найбільш небезпечним компонентом.

5.2 Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорії приміщень за ВтаПН приймаються відповідно до таблиці 5.1.

Визначення категорій приміщень слід здійснювати шляхом послідовної перевірки належності приміщення до категорій, які наведені у таблиці 5.1, від найвищої (категорія А) до найнижчої (категорія Д).

5.3 Категорії будинків та окремих протипожежних відсіків за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

В окремих випадках за вибухопожежною і пожежною небезпекою категоруються не весь будинок, а його протипожежні відсіки, які є частинами будинку та відокремлені один від одного протипожежною стіною по всій висоті та ширині (або довжині) будинку. При цьому такі протипожежні стіни мають спиратися на фундаменти або фундаментні балки і перетинати всі конструкції та поверхи будинку.

Будинок (протипожежний відсік) відноситься до категорії А, якщо в ньому сумарний об'єм приміщень категорії А перевищує 5% загального об'єму будинку (протипожежного відсіку).

Таблиця 5.1 - Категорії приміщень за ВтаПН

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
А Вибухопожежонебезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше +28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини й матеріали, що здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.
Б Вибухопожежонебезпечна	Горючий пи́л, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини (ГР) в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа.

Продовження табл. 5.1

В Пожежо- небезпечна	ГГ, ЛЗР, ГР і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пил і волокна, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорій А, Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих та горючих речовин на окремих ділянках ¹ площею не менше 10 м ² кожна перевищує 180 МДж/м ² ² .
Г	Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; ГГ, рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо.
Д	Речовини і матеріали, що згадані вище для категорій приміщень А, Б, В (крім ГГ) у такій кількості, що їх питома пожежна навантага для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м ² кожна не перевищує 180 МДж/м ² , а також, негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносяться до категорій А, Б і В.

Примітка 1. Площа окремих ділянок для твердих і рідких важкогорючих, горючих та легкозаймистих речовин, що утворюють пожежну навантагу, визначають за розмірами проекції їх площі розміщення (складування), а також площі розливу під час розрахункових аварій на горизонтальну поверхню підлоги.

Примітка 2. Приміщення відноситься до категорії В, якщо його площа менша або дорівнює 10 м² і в ньому перебувають (обертаються) горючі матеріали і речовини, що утворюють пожежну навантагу, за умови, що приміщення не відноситься до категорії А і Б.

Будинок або протипожежний відсік відносять до категорії Б, якщо одночасно виконуються дві умови:

- будинок або протипожежний відсік не відносять до категорії А;
- сумарний об'єм приміщень категорій А і Б перевищує 5 % об'єму будинку або протипожежного відсіку.

Будинок або протипожежний відсік відноситься до категорії В, якщо одночасно виконуються дві умови:

- будинок або протипожежний відсік не відносять до категорій А або Б;
- сумарний об'єм приміщень категорій А, Б і В перевищує 5 % (10%, якщо в будинку відсутні приміщення категорій А і Б) об'єму будинку або протипожежного відсіку.

Будинок або протипожежний відсік відносять до категорії Г, якщо одночасно виконують дві умови:

- будинок або протипожежний відсік не відносять до категорій А, Б або В;
- сумарний об'єм приміщень категорій А, Б, В і Г перевищує 5 % об'єму будинку або протипожежного відсіку.

Будинок або протипожежний відсік відносять до категорії Д, якщо він не відноситься до категорій А, Б, В або Г.

5.4 Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою

Категорії зовнішніх установок (ЗУ) за вибухопожежною та пожежною безпекою приймають згідно з табл. 5.6.

Визначення категорій зовнішніх установок слід здійснювати шляхом послідовної перевірки їхньої належності до категорій, які наведені у табл. 5.6, від вищої (A_3) до нижчої (D_3). У табл. 5.6 одними з критеріїв, за якими зовнішня установка відноситься до певної категорії, є горизонтальний розмір зони (відстань від апарата (установки) до межі зони), що обмежує газопароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я ($C_{НКМП}$), розрахунковий надлишковий тиск у разі загоряння газо-, паро- або пилоповітряної суміші та інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі.

Таблиця 5.6 - Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною безпекою
A_3 Вибухопожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії A_3 , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази (ГГ); легкозаймисті рідини (ЛЗР) з $t_{cn} \leq 28^\circ C$; речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним. Горизонтальний розмір зони, що обмежує газо-, пароповітряні суміші із концентрацією ГР вище $C_{НКМП}$, перевищує 30 м (даний критерій застосовують тільки для горючих газів і парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння газо-, пароповітряної суміші, речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і /або один з одним на відстані 30 м від ЗУ перевищує 5 кПа.
B_3 Вибухопожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії B_3 , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі пил і/або волокна; ЛЗР з $t_{cn} > 28^\circ C$; горючі рідини. Горизонтальний розмір зони, що обмежує пароповітряні суміші із концентрацією ГР вище $C_{НКМП}$, перевищує 30 м (даний критерій застосовують тільки для горючих парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння паро- або пилоповітряної суміші на відстані 30 м від ЗУ перевищує 5 кПа.
B_3 Пожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії B_3 , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, горючі пил і волокна, тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали, а також речовини і/або матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти за умови, що ЗУ не відноситься до категорій A_3 або B_3 . Інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі на відстані 30 м від зовнішньої установки перевищує $4 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$.
G_3	ЗУ відноситься до категорії G_3 , якщо в ній знаходяться (обертаються) негорючі речовини і/або матеріали в гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і/або полум'я, а також горючі гази, рідини і/або тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.
D_3	ЗУ відноситься до категорії D_3 , якщо вона не відноситься до категорій A_3 , B_3 , B_3 , G_3 .

ЛЕКЦІЯ 6. ВИРОБНИЧІ ДЖЕРЕЛА ЗАПАЛЮВАННЯ

Питання для розгляду на лекції:

6.1 Класифікація джерел запалювання.

6.2 Тепловий прояв хімічної енергії.

6.3 Тепловий прояв механічної енергії.

6.1 Класифікація джерел запалювання

Умовою виникнення горіння є одночасна присутність у певній точці простору горючого середовища й джерела ініціювання процесу горіння, що називають джерелом запалювання.

Виробничі джерела запалювання класифікують: за тривалістю дії, природою утворення, запасом теплової енергії, місцем виникнення й іншими ознаками.

За тривалістю дії джерела запалювання підрозділяють на постійно діючі й потенційно можливі; за природою утворення – на тепловий прояв хімічної енергії, тепловий прояв механічної енергії, тепловий прояв електричної енергії і т.п.; за запасом теплової енергії – на низькокалорійні й висококалорійні.

Статистика появи на виробництві джерел запалювання різної природи характеризується наступними даними (в %):

- тепловий прояв хімічної енергії	63,4
- тепловий прояв механічної енергії	13,6
- тепловий прояв електричної енергії	23,0

Залежно від умов виникнення горіння розрізняють змушене займання, самозагоряння й самозаймання горючого середовища.

6.1.1 Вимушене займання горючого середовища

Вимушене займання горючої речовини в середовищі окислювача відбувається під дією внесеного ззовні джерела тепла. Якщо таке джерело тепла нагріватиме горюче середовище до певної температури, то в ньому почнеться реакція окислення, що само-підтримується. Значно легше займаються горючі суміші, тобто суміші горючих газів, пари і дисперсних матеріалів з повітрям в певних кількісних співвідношеннях, оскільки відсутні стадії прогрівання речовин або матеріалів, виділення з них горючих газів і пари, їх дифузії в повітря. У цьому випадку виявляється достатнім нагрівати до певної температури близько 0,5-1,0 мм³ горючу суміш, щоб зайняти її.

Відомо, що не всяке джерело тепла здатне запалити будь-яке горюче середовище і навіть горючу суміш. Щоб джерело тепла (ДТ) стало джерелом вимушеного запалювання (ДЗ) конкретного горючого середовища, необхідне виконання трьох умов:

1) температура джерела тепла ($t_{д.м}$) має бути не нижче за температуру самозаймання горючої речовини ($t_{сз}$);

2) енергія джерела тепла ($w_{д.м}$) має бути не менше мінімальної енергії, що необхідна для займання горючого середовища (w_{min});

3) тривалість дії джерела тепла ($\tau_{д.м}$) має бути не менше періоду індукції (τ_{ind}).

Перераховані умови появи джерела запалювання в горючому середовищі можна представити в наступному вигляді:

$$ДТ (t_{д.м} \geq t_{сз} \cap w_{д.м} \geq w_{min} \cap \tau_{д.м} \geq \tau_{ind}) \rightarrow ДЗ, \quad (6.1)$$

де \cap – символ математичної логіки, що означає «і».

Небезпека постійно діючого джерела теплової енергії, для якого справедливо $\tau_{d.m} \rightarrow \infty$, оцінюють за допомогою двох параметрів:

$$DT (t_{d.m} \geq t_{cz} \cap w_{d.m} \geq w_{min}) \rightarrow ДЗ, \quad (6.2)$$

Для оцінки небезпеки джерела тепла, температура якого значно перевищує температуру самозаймання горючого середовища (наприклад, електричного розряду), використовують один параметр:

$$DT (w_{d.m} \geq w_{min}) \rightarrow ДЗ, \quad (6.3)$$

6.1.2 Самозаймання і самозагоряння горючих речовин

Самозаймання відбувається, коли горюча речовина:

- вступає в екзотермічну взаємодію з повітрям при температурі навколишнього середовища ($t_{cz} \leq t_n$, где t_n – температура повітря);
- вступає в екзотермічну взаємодію з повітрям при підвищеній температурі речовини ($t_p \geq t_{cz}$, где t_p – температура горючої речовини);
- вступає в екзотермічну взаємодію з водою або з іншими речовинами;
- розкладається з виділенням тепла при нагріванні або механічному впливі.

Самозагоряння - це виникнення горіння речовини або матеріалу, схильного до хімічного, теплового і мікробіологічного самозагоряння, за наявності початкового теплового імпульсу і дотриманні умов, що сприяють процесу самозагоряння (певна маса і стан речовини, температура навколишнього середовища, інтенсивність теплообміну речовини з навколишнім середовищем).

Для оцінки небезпеки самозагоряння речовини або матеріалу використовують два параметри: температуру горючої речовини і тривалість процесу, тобто

$$DT (t_m \geq t_c \cap \tau_p \geq \tau_c) \rightarrow ДЗ, \quad (6.4)$$

де t_m – максимальна температура горючої речовини або матеріалу (при проведенні технологічного процесу) або навколишнього середовища (при зберіганні або транспортуванні);

t_c – температура самозагоряння;

τ_p – тривалість процесу (технологічного, транспортування, зберігання і т.д.);

τ_c – період часу від початку процесу самонагрівання до самозагоряння матеріалу (індукційний період).

6.2 Тепловий прояв хімічної енергії

6.2.1 Пожежна небезпека процесів спалювання палива й способи забезпечення пожежної безпеки

У багатьох технологічних процесах, де необхідно отримати високу температуру, широко застосовують теплову енергію, що одержана при спалюванні палива в апаратах вогневої дії (печах, топках, теплогенераторах, котлах, реакторах). Енергія згоряння палива також використовують у двигунах для одержання механічної енергії. Крім цього, паливо спалюють при проведенні вогневих ремонтних робіт (у пальниках, паяльних лампах) і при утилізації горючих відходів виробництва на факельних установках. Спалювання палива супроводжується появою таких джерел запалювання, як відкритий вогонь, високонагріті продукти згоряння, розпечені поверхні обладнання, іскри.

6.2.1.1 Відкритий вогонь, високонагріті продукти згорання, розжарені поверхні обладнання

Температура полум'я і продуктів згорання в апаратах вогняної дії залежно від виду спалюваного палива досягає 1000-1300 °С, а при проведенні вогневих ремонтних робіт - 3000-3300 °С і вище. Температура розжарених поверхонь обладнання досягає 800-900 °С. Температура ж самозаймання більшості горючих газів і пари знаходиться в діапазоні 100-700 °С.

Енергія вказаних джерел тепла значно (на декілька порядків) перевищує мінімальну енергію запалювання будь-яких горючих сумішей, яка лежить у межах 0,01-1,5 МДж.

Тривалість існування перерахованих джерел тепла характеризується тривалістю проведення вогневих робіт або періодом експлуатації обладнання з розжареними поверхнями і досягає певної кількості:

- хвилин - при проведенні вогневих робіт;
- годин - при роботі двигунів;
- місяців - при роботі апаратів вогняної дії.

Періоди індукції при займанні горючих сумішей складають 0,05-0,5 с, а при займанні горючих рідин і твердих матеріалів - досягають десятків секунд або хвилин, що значно менше тривалості існування розглянутих джерел тепла.

Таким чином, згідно з виразом (6.1) відкритий вогонь, високонагріті продукти згорання, розжарені поверхні обладнання є джерелами запалювання будь-яких горючих сумішей, речовин і матеріалів. Вихід горючих речовин з апаратів, суміжних з апаратами вогняної дії, двигунами внутрішнього згорання і т.п. пристроями для спалювання палива, і їх контакт з полум'ям, високонагрітими продуктами згорання або розжареними поверхнями обладнання призводить до їх займання.

6.2.1.2 Іскри, що утворюються при роботі топкий, двигунів і факельних установок

До обладнання, в якому можуть утворитися іскри, відносяться апарати вогняної дії (трубчасті печі, вогняні нагрівачі, парові і водяні котли, вогняні реактори), двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), а також установки для спалювання скидань з технологічних апаратів (факельні викиди). Іскрами є тліючі частинки незгорілого палива або відкладень саж.

Слід також зазначити, що при згорянні 100 кг дизельного палива в ДВЗ утворюється до 150 г нагару, товщина відкладення якого у вихлопних системах досягає 10 мм і більше. При вібрації і трясінні двигунів достатньо крупні нагріті частинки нагару відшаровуються від труб, вилітають назовні і при зіткненні з повітрям самозагоряються. Експериментально встановлено, що іскри пожежонебезпечні при діаметрі 2 мм і температурі 1000 °С, при діаметрі 3 мм і температурі 800 °С, при діаметрі 5 мм і температурі 600 °С. Тривалість охолодження іскор діаметром 3,3 мм у повітрі до температури близько 200 °С складає приблизно 5 с.

Дальність польоту іскор від місця їх утворення (або виходу з гирла димової або вихлопної труби, з тріщини в димовому каналі) залежить від швидкості руху повітря. Наприклад, при швидкості вітру 20 м/с швидкість польоту іскри бу-

де дорівнювати $20 \cdot 0,6 = 12$ м/с (тут 0,6 - поправочний коефіцієнт, що зазвичай приймається 0,5-0,7), а дальність польоту при охолодженні до безпечної температури складе 60 м. Тління (свічення) іскор після їх осідання навіть на вологі тверді поверхні продовжується 3-5 с.

Не дивлячись на відносно невеликий запас теплової енергії, іскри здатні запалювати горючі суміші, аерогелі, волокнисті матеріали. Відомі випадки займання твердих матеріалів (наприклад, колод, дощок, торф'яних брикетів) унаслідок попадання іскор у щілини між елементами конструкцій або брикетами.

6.2.2. Пожежна небезпека процесів самозаймання і самозагоряння речовин і матеріалів

В умовах виробництва, транспортування й зберігання часто відбуваються пожежі внаслідок самозаймання й самозагоряння горючих речовин і матеріалів при їхньому контакті з повітрям, водою або одного з одним у наступних випадках:

1. Горюча речовина, що перебуває в технологічному обладнанні, нагріта до температури, що перевищує температуру самозаймання:

$$t_p \geq t_{cz}, \quad (6.5)$$

де t_p – робоча (дійсна) температура;

t_{cz} – температура самозаймання горючої речовини.

Наприклад, для одержання етилену пари вуглеводнів піддають піролізу в трубчастій печі при температурі 850°C , а піролізний газ, що утворюється, має температуру самозаймання $530\text{--}550^\circ\text{C}$; при розгонці мазуту температура в нижній частині вакуумної ректифікаційної колони досягає $360\text{--}380^\circ\text{C}$, а температура самозаймання мазуту й продуктів його перегонки становить 250°C . Контакт нагрітих продуктів з повітрям призводить до їхнього самозаймання й виникнення полум'яного горіння.

3. Пожежонебезпечна речовина при контакті з водою, киснем повітря або з іншими речовинами вибухає, займається або викликає горіння.

4. Пожежонебезпечна речовина займається або розкладається з вибухом при нагріванні або механічній дії (ударі, терті).

5. Горюча речовина або матеріал, схильний до хімічного, теплового й мікробіологічного самозагоряння, при контакті з повітрям самозагоряється.

6.3 Тепловий прояв механічної енергії

6.3.1 Пожежна небезпека іскор удару й тертя; способи забезпечення пожежної безпеки

При зіткненні або терті твердих тіл одне об інше від них відриваються частки, які нагріваються внаслідок перетворення частини кінетичної енергії в теплову й протікання екзотермічної реакції окислювання. Такі частки за способом виникнення називають іскрами удару й тертя, або фрикційними іскрами. Вони належать до низькокалорійних джерел тепла й можуть служити потенційно можливими джерелами запалювання газо-, паро- і пилоповітряних сумішей, а також можуть викликати появу вогнищ тління при влучанні на відкладення пилу або волокна.

Майже всі метали (за винятком благородних) взаємодіють із киснем повітря, причому швидкість їхнього окислювання зростає зі збільшенням температури. При певній температурі, коли кількість тепла, отриманого часткою в момент удару і яке виділилося внаслідок окислювання, перевищить кількість тепла, що відводиться в навколишнє середовище, самоприскорення реакції окислювання призведе до самозаймання металевої частки. Температура самозаймання часток сталі, наприклад, тим нижче, чим менше їхні розміри. Таким чином:

- вуглецеві сталі, що утворюють при ударі або терті дрібнодисперсні частки, більше схильні до іскроутворення;
- розміри окислених часток звичайно не перевищують 0,5 мм;
- великі сталеві частки (з розміром більше 0,5 мм) здатні «вибухати», тобто розпадатися на велику кількість дрібних часток, температура яких перевищує температуру вихідної частки (здатністю «вибухати» володіють також частки титану);
- при зіткненні або тертя зі сталлю металів, що мають більш низьку температуру плавлення, іскроутворення унеможлиблюється.

6.3.2 Пожежна небезпека вузлів тертя машин

Підшипники ковзання

Підшипники ковзання сильно навантажених і високооборотних валів і осей машин можуть перегріватися внаслідок:

- неякісного змащення;
- забруднення підшипників;
- перекосів валів;
- надмірного затягування підшипників;
- перевантаження машин;
- забруднення корпусів підшипників відкладеннями.

Прослизання конвеєрних стрічок і приводних пасів

Прослизання (буксування) конвеєрних стрічок (транспортерів, елеваторів) і приводних пасів клиноремінних передач відносно приводних барабанів і шківів призводить до перегріву останніх і займання стрічок і пасів. До буксування призводить:

- перевантаження конвеєрів або машин;
- слабкий натяг стрічок або пасів;
- завал черевика елеватора, тобто така ситуація, коли ківш елеватора не може пройти крізь товщу сипучого матеріалу;
- защемлення стрічки (паса) або її перекоє;
- замаслення стрічки (паса).

Загоряння волокнистих матеріалів при намотуванні їх на вали

Загоряння волокнистих і соломистих матеріалів при намотуванні їх на вали (осі) машин і механізмів спостерігається на прядильних фабриках, льонозаводах, а також у комбайнах при збиранні зернових культур. Іноді загоряння відбувається при намотуванні волокнистих матеріалів на вали конвеєрів, що транспортують відходи і готову продукцію. На прядильних фабриках загоряння часто виникають у результаті намотування на вали шнурів, що обірвалися, за допомогою яких приводяться в обертання веретена прядильних машин. Сутність процесу загоряння полягає в наступному. Волокнистий і соломистий ма-

теріал намотується на вал (вісь) біля підшипника. Намотування супроводжується утворенням джгута, поступовим його ущільненням, сильним нагріванням при терті об стінки машини, потім обвуглюванням і, нарешті, займанням.

Загоряння матеріалів при механічній обробці

Процеси механічної обробки поверхонь твердих матеріалів шляхом зняття стружки (процеси різання матеріалів) є одними з основних у машинобудуванні. До таких процесів належить токарська обробка, стругання, фрезерування, свердлування, шліфування і т.д. Процес різання матеріалів відбувається й при різних порушеннях роботи виробничого обладнання. Так, при деформації кожуха елеватора гострі крайки ковша, що рухається, зрізують із його стружку аж до утворення наскрізних отворів.

У процесі різання (здійснення механічної роботи) відбувається виділення тепла, кількість якого залежить від виду процесу різання, режимів різання (швидкості й глибини різання, поздовжньої й поперечної подачі та ін.), механічних і теплофізичних властивостей матеріалу заготовки й інструмента, геометрії заточення інструмента й інших факторів.

Нагрівання газів при стисканні

Стискання газів роблять спеціальними машинами - компресорами. Процес стискання газу в компресорі залежно від умов теплообміну може бути ізотермічним, адіабатним або політропним.

У процесах адіабатного або близьких до нього режимах стискання, реалізованих у сучасних компресійних машинах, температура газу може підніматися з 20 °С приблизно до 870–1040 °С (при початковому тиску 0,1 МПа й кінцевому тиску 15,0 МПа), що, у свою чергу, призводить до підвищення температури окремих деталей, вузлів і компресора в цілому. При високих температурах може не тільки порушуватися процес стискання газів, погіршуватися змащення й відбуватися прискорене зношування деталей і вузлів компресора, але можуть виникати аварійні ситуації, особливо при відмові систем охолодження (заклинювання поршнів, поломка повідні, термічне розкладання (іноді з вибухом) стисненого горючого газу, самозаймання масла в картері компресора і т.д.).

ЛЕКЦІЯ 7. ПОПЕРЕДЖЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЖЕЖІ ШЛЯХОМ ОБМЕЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ У ВИРОБНИЦТВІ

Питання для розгляду на лекції:

7.1 Аналіз причин і умов, що сприяють розвитку пожежі на виробничих об'єктах. Причини переростання пожежі, що почалася, у велику пожежу.

7.2 Заходи, що дозволяють зменшити кількість горючих речовин і матеріалів у виробництві.

7.3 Евакуація горючих речовин і матеріалів при аваріях і пожежах на виробництві.

7.1 Аналіз причин і умов, що сприяють розвитку пожежі на виробничих об'єктах. Причини переростання пожежі, що почалася, у велику пожежу

Практика експлуатації різних виробництв свідчить, що в одних випадках пожежа, що почалася, через деякий час само-локалізується, а в інших - може одержати швидкий розвиток. З одного технологічного апарата вона може перейти в іншій, вийти за межі технологічного встаткування, поширитися до сусіднього виробничого приміщення, перекинутися на будівельні конструкції будинку й споруди й у такий спосіб набути більших розмірів, заподіяти значного матеріального збитку, а іноді призвести й до загибелі людей.

Пожежа може одержати швидке поширення тільки в тому випадку, якщо в технологічних процесах виробництва будуть для цього відповідні причини (вони безпосередньо пов'язані з технологією виробництва) і умови для поширення пожежі, що почалася.

Причинами швидкого поширення пожежі в умовах виробництва є:

- 1) зосередження великої кількості горючих речовин і матеріалів;
- 2) наявність технологічних систем транспорту, що зв'язують в єдине ціле не тільки технологічні установки, але й виробничі приміщення по горизонталі й вертикалі будинку або споруди;
- 3) раптова поява факторів, що прискорюють його розвиток (розтікання вогнебезпечних рідин при аварійному витіканні газу з ушкодженого обладнання, руйнування апаратів при вибуху).

Умовами, що сприяють поширенню пожежі на виробництві, є:

- 1) пізнє виявлення й повідомлення про нього;
- 2) відсутність або несправність стаціонарних і первинних засобів пожежогасіння;
- 3) некваліфіковані дії людей при гасінні пожежі. Ці умови безпосередньо не пов'язані з технологією виробництва й тому тут не розкриваються.

Знання причин поширення пожежі дозволяє розробити ефективні рішення пожежної безпеки для попередження великих пожеж. Серед таких рішень можна назвати наступні:

- 1) зниження при проектуванні й експлуатації виробництва кількості горючих речовин, що обертаються в технологічному процесі виробництва;
- 2) захист виробничих комунікацій від поширення полум'я;
- 3) захист апаратів від розтікання й руйнування при вибуху.

7.2 Заходи, що дозволяють зменшити кількість горючих речовин і матеріалів у виробництві.

7.2.1 Зниження кількості горючих речовин на стадії проектування виробництва

Зниження кількості горючих речовин і матеріалів, що обертаються в технологічному процесі без шкоди для виробництва, не тільки створює умови для попередження поширення пожеж, але й зменшує ймовірність їх виникнення.

Існує три основних напрямки розробки рішень щодо зниження кількості горючих речовин у технології виробництва на стадії проектування:

- 1) вибір методу виробництва;
- 2) розробка технологічної схеми;
- 3) вибір варіанта розміщення технологічного обладнання.

Вибір методу виробництва заснований на тому, що той самий кінцевий продукт можна одержати різними методами. Так, полістирол у промисловості одержують блоковим, емульсійним і суспензійним методами. Пожежна небезпека цих методів відрізняється один від одного і кількістю речовин, що обертаються в технологічних процесах, і їхньою пожежною небезпекою, тому найбільш широкого поширення отримав суспензійний метод виробництва полістиролу, що за цими показниками вигідніше відрізняється від інших. Таким чином, за інших рівних умов для проектної розробки приймають той метод, за якого використовують менш пожежовибухонебезпечну сировину й витрата її на одиницю готового продукту є меншою.

Розробка технологічної схеми виробництва припускає:

– виконання відповідно до вихідних даних матеріальних розрахунків для визначення виду, кількості й розмірів стандартного й нестандартного обладнання (перевагу віддають апаратам безперервної дії), а отже, і кількості горючих речовин, що обертаються в них, і матеріалів;

– виключення зі схеми допоміжних ємкісних апаратів, таких, як проміжні ємкості, напірні баки, ємкісні мірники, рефлюксні ємкості й інші, які замінюють на автоматичні регулятори тиску й витрати, автоматичні живильники, лічильники-дозатори безперервної дії й т.п.;

– скорочення переліку різномірних вогнебезпечних рідин, які використовують у виробництві як сорбенти, розчинників і т.п. (при цьому з'являється можливість зменшення цехових запасів кожного виду рідини, довжини трубопроводів, числа насосів, засувки і т.п.).

Вибір варіанту розміщення технологічного обладнання, поряд з питаннями економіки, дозволяє підвищити рівень пожежної безпеки за рахунок зниження питомої кількості горючих речовин у технології виробництва. Це досягається:

– переважним розміщенням технологічного обладнання на відкритих площах (етажерках);

– використанням оптимальних схем трубопровідної об'язки окремих апаратів, установок і підприємства в цілому, що забезпечують мінімальну загальну довжину трубопроводів, скорочення числа насосів (компресорів), проміжних ємкостей, зустрічних потоків і т.п.;

- обмеженням виробничих площ у будинках і на відкритих майданчиках залежно від категорії приміщень і будинків з вибухопожежної і пожежної небезпеки;
- ізоляцією технологічного обладнання в окремих відсіках, приміщеннях, кабінах і т.п.;
- розміщенням найнебезпечнішого технологічного обладнання (виробництва категорії А, Б) на верхніх поверхах або по периметру будинку на нижніх поверхах; компонуванням однотипного обладнання у вигляді блоків (наприклад, на нафтопереробних установках ЛК-6В);
- улаштуванням протипожежних розривів між виробничими будинками, спорудами, технологічними установками і окремими апаратами;
- установленням гранично припустимої кількості вогненебезпечних речовин на виробничій площі.

7.2.2 Зниження кількості горючих речовин у період нормальної експлуатації виробництва

При нормальній експлуатації технологічного обладнання в умовах виробництва може обертатися значна кількість горючих речовин і матеріалів у вигляді вихідної сировини, напівпродуктів (напівфабрикатів), готових продуктів і відходів виробництва (за винятком виробництв із безвідхідною технологією). Для зниження кількості горючих речовин у період нормальної експлуатації виробництва застосовують наступні рішення пожежної безпеки режимного характеру:

- 1) захист виробничих приміщень від перевантаження горючими речовинами;
- 2) зменшення кількості горючих відходів;
- 3) заміна горючих речовин.

Захист виробничих приміщень від перевантаження горючими речовинами. У період нормальної експлуатації виробництва для роботи окремого апарату (верстата) або установки необхідно мати певну кількість вихідної сировини у вигляді твердих горючих речовин, легкозаймистих і горючих рідин і газів, які можуть розміщатися безпосередньо у виробничому цеху або на сировинних складах підприємства. Горючі речовини у вигляді готових продуктів (продукції) можуть також накопичуватися на кінцевих стадіях технології виробництва, у цеху, у складських приміщеннях. Загальна кількість горючих речовин, що накопичуються, і матеріалів залежить від продуктивності технологічного обладнання й організації технологічного процесу (автоматизації, механізації, технологічної дисципліни). У кожному конкретному випадку встановлюють гранично припустиму норму горючого навантаження приміщень шляхом обмеження кількості виробів, що одночасно перебувають у цеху (для великогабаритних виробів), горючих речовин по площі (для штучної й фасованої продукції в тарі), рідких і твердих речовин за об'ємом чи масою, а також, виходячи із продуктивності технологічного обладнання або змінної потреби.

Зменшення кількості горючих відходів у виробничих умовах досягається вибором методу переробки (обробки) речовин. Так, при механічній обробці твердих речовин і матеріалів традиційними методами (стругання, різання, розпилювання, фрезерування) зменшення горючих відходів може бути досягнуте за рахунок раціонального визначення розмірів і форми заготовок. Майже пов-

ного скорочення відходів досягають застосуванням таких безвідхідних методів обробки, як штампування, пресування, лиття й т.п. Важливим для скорочення кількості горючих речовин у виробничих приміщеннях є своєчасне видалення горючих відходів від місць їхнього утворення в технологічних процесах. Збирання відходів буває періодичним й безперервним, ручним і механічним. Найбільший ефект дають безперервні механізовані способи видалення відходів. Серед них широкого поширення набули аспіраційні системи місцевих відсмоктувачів, які дозволяють практично повністю виключити надходження до цеху горючих відходів виробництва у вигляді пари, газів і пилу.

Заміна горючих речовин на негорючі або менш горючі має більші можливості в забезпеченні пожежної безпеки не тільки при проектуванні, але й у період експлуатації виробництва. Великий ефект дає виведення з виробництва найбільш пожежонебезпечних горючих речовин (наприклад, заміна целулоїду менш горючими пластмасами, лакофарбових матеріалів і клеїв на летучих розчинниках на водорозчинні, легкозаймистих і горючих рідин, які застосовують як розчинники при промиванні й знежиренні деталей, на негорючі технічні мийні засоби). Успішно здійснюється також розробка й впровадження важкозаймистих і важкогорючих полімерних матеріалів (пластмаси, синтетичні каучуки, хімічні волокна) шляхом введення до їх складу фосфоропохідних і інших хімічних речовин і сполук.

7.3 Евакуація горючих речовин і матеріалів при аваріях і пожежах на виробництві

При аварії або пожежі на виробництві для зниження небезпеки їхнього поширення виникає необхідність в екстреній евакуації горючих речовин з небезпечної зони. Для цієї мети на виробництві створюються спеціальні системи, що забезпечують аварійну евакуацію вогнебезпечних речовин і матеріалів.

7.3.1 Аварійний злив ЛЗР і ГР

Системи аварійного зливу передбачаються з ємкісної апаратури, що містить вогнебезпечні рідини (скраплені гази, легкозаймисті й горючі рідини). Системи аварійного зливу розрізняють: за способом зливу рідини (самопливом, під надлишковим тиском, перекачуванням за допомогою насоса), за приведенням у дію (з ручним і автоматичним пуском), за схемою зливу (проста схема – злив з одного апарата й складна – злив із групи апаратів).

Аварійний злив здійснюють у спеціальні аварійні ємкості або в ємкості проміжних і сировинних (товарних) складів, у технологічні апарати (суміжних відділень, установок і цехів даного виробництва). Об'єм аварійної ємкості в більшості випадків приймають з розрахунку повного зливу рідини з одного найбільшого по об'ємом апарату цеху (установки).

Аварійні ємкості являють собою закриті апарати, їх забезпечують дихальними трубками, які захищеними вогневими перешкодами. Для попередження різкого підвищення тиску при надходженні до аварійної ємкості високонагрітого продукту водяний конденсат, що накопичується, систематично видаляють. Для цього аварійну ємкість встановлюють із невеликим ухилом убік зливально-

го (дренажного) патрубка. Перед подачею високонагрітої рідини аварійну ємкість продувають інертним середовищем (водяною парою або інертним газом) для попередження можливого вибуху пароповітряної суміші, що утвориться при зливі. Аварійні ємкості розташовують за межами будинку на рівні землі або під землею. При підземному розташуванні ємкість може розміщатися на відстані не менше 1 м від глухої стіни виробничого будинку й не менш 4-5 м від стіни із прорізами.

Трубопроводи, по яких здійснюється аварійний злив рідини, прокладають із ухилом у бік аварійної ємкості з мінімальним числом поворотів. Їх захищають гідравлічними затворами й обладнують єдиною за довжиною зливального трубопроводу аварійною засувкою на кожний апарат, що спорожняється. Аварійні засувки при ручному пуску, як правило, встановлюють поза будинком або на першому поверсі виходу з будинку. При дистанційному (напівавтоматичному) пуску аварійні засувки встановлюють безпосередньо біля апаратів, що спорожняються, а пускові кнопки - у виходу з будинку або поза будинком. При автоматичному пуску датчики систем повідні засувки встановлюють у зоні найбільш імовірного виникнення пожежі.

Однією з найважливіших умов, що забезпечують ефективність дії системи аварійного зливу, є забезпечення припустимої тривалості аварійного зливу, що встановлюється не більшою за 30 хв. залежно від межі вогнестійкості несучих будівельних конструкцій і конструкцій апаратів і трубопроводів. Припустима тривалість аварійного зливу складається з тривалості спорожнювання апарата й тривалості операцій з приведення системи зливу в дію. З огляду на можливість деформації незахищених металевих несучих конструкцій будинку й технологічного обладнання, припустиму тривалість аварійного зливу на практиці частіше приймають не більшою за 10-15 хв.

Якщо цю умову забезпечити не вдається, то злив самопливом прискорюють. Для цієї мети в апараті, що спорожняється, над дзеркалом рідини створюють надлишковий тиск інертного середовища (азоту, діоксиду вуглецю).

7.3.2 Аварійний випуск горючих газів і парів. Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки систем аварійних випусків.

7.3.2.1 Аварійний випуск горючих газів і парів

Необхідність в екстреній евакуації з небезпечної зони при аварії або пожежі виникає й при експлуатації апаратів з горючими газами й перегрітими парами ЛЗР і ГР. Процес евакуації на практиці забезпечують за допомогою систем аварійного випуску горючих парів і газів, які за аналогією із системами аварійного зливу вогненебезпечних рідин також мають задовольняти по своїй швидкодії припустимій тривалості аварійного випуску. Аварійне скидання парів і газів здійснюють шляхом їхнього випуску під дією надлишкового тиску, що утворився до моменту відкриття аварійної засувки. Повідня засувки може бути ручною або автоматичною. Однак, на відміну від систем аварійного зливу рідин, скидання пари і газів здійснюють не в аварійну ємкість, а по спускному трубопроводу через скидну свічу в атмосферу. При цьому навколишнє середо-

вище може виявитися загазованим на значній території, що робить небезпечним з пожежної точки зору процес скидання.

Для попередження небезпеки утворення горючої концентрації системи випуску влаштовують, як правило, самостійно для кожного апарата; за допомогою розрахунків визначають безпечну висоту свічі; на випускних лініях створюють умови факельного викиду, при якому струмінь пари або газу надходить в атмосферу в розвиненому турбулентному режимі. При необхідності аварійного випуску горючих парів і газів одночасно з декількох апаратів великого об'єму, скидання здійснюють у цехові або загальнозаводські факельні системи для їхнього спалювання.

Факельна система призначена для скидання й наступного спалювання горючих газів і парів у випадках:

- спрацювання пристроїв аварійного скидання, запобіжних клапанів, гідрозатворів а також звільнення технологічних блоків від газів і пари в аварійних ситуаціях автоматично або із застосуванням дистанційно керованих запірних арматур;
- постійних здувань, передбачених технологічним регламентом;
- періодичних скидань газів і пари, пуску, налагодження й зупинки технологічних об'єктів.

7.3.2.3 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки систем аварійних випусків

Факельну установку варто розміщати з урахуванням рози вітрів, мінімальної довжини факельних колекторів (трубопроводів) переважно в місцях, що межують із огороженням підприємства.

Відстані між факельним стовбуром і іншими об'єктами підприємства визначають із урахуванням припустимої щільності теплового потоку й вимог протипожежних норм і правил. При цьому матеріали обладнання й споруд, що перебувають у зоні теплового впливу, мають бути вогнестійкими.

Конструкція факельної установки має передбачати наявність факельного стовбура, який оснащений оголовком і газовим затвором, засобів контролю й автоматизації, дистанційного електрозапального пристрою, підвідних трубопроводів паливного газу й горючої суміші, чергових пальників із запальниками. При необхідності факельну установку оснащують сепаратором, гідрозатвором, вогнеперешкоджувачем (при скиданні ацетилену), насосами й пристроєм для відведення конденсату.

Для попередження утворення у факельній системі вибухонебезпечної суміші передбачають безперервну подачу продувного (горючого або інертного) газу в початок факельного колектора. У випадку припинення подачі горючого газу має бути забезпечена автоматична подача інертного газу.

Вміст кисню в продувних і газах, що скидаються, і парі, у тому числі складної сполуки, не має перевищувати 50 % мінімального вибухонебезпечного вмісту кисню в можливій суміші з паливом. При скиданнях водню, ацетилену, етилену й окису вуглецю й сумішей цих газів, що швидко горять, вміст кисню в них мусить становити не більше за 2 % об'єму. При цьому забороняється направляти до факельної системи речовини, взаємодія яких може привести до вибуху (наприклад, окислювач і відновлювач).

У газах і парі, які скидають до загальної й окремої факельної системи, не має бути краплинної рідини й твердих часток. Для цих цілей у межах технологічної установки встановлюють сепаратори.

Колектори й трубопроводи факельних систем обладнують тепловою ізоляцією і (або) на них мають бути встановлені обігрівальні супутники для запобігання конденсації й кристалізації речовин у факельних системах.

Факельні установки мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння.

ЛЕКЦІЯ 8. ПОПЕРЕДЖЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЖЕЖІ ВИРОБНИЧИМИ КОМУНІКАЦІЯМИ

Питання для розгляду на лекції:

8.1 Причини розповсюдження пожежі виробничими комунікаціями.

8.2 Пожежовибухонебезпека горючих відкладень, що утворюються у виробничих комунікаціях і заходи профілактики.

8.3 Захист виробничих комунікацій від поширення пожежі.

8.1 Причини розповсюдження пожежі виробничими комунікаціями

Вибухи в технологічному обладнанні дуже часто призводять до пожеж, і навпаки - пожежі часто супроводжуються вибухами. Застосовуючи засоби локалізації полум'я, можна запобігти поширенню вогню по виробничих комунікаціях, а також його проникненню всередину обладнання й наступному вибуху в ньому. Особливо це актуально для підприємств, на території яких розміщені резервуари з нафтопродуктами або іншими горючими рідинами.

Виробничими комунікаціями пожежа поширюється в тих випадках, якщо:

- 1) усередині трубопроводів, повітроводів, траншей, тунелів або лотків утвориться горюча концентрація;
- 2) з'являється рівномірно розподілене по довжині горюче навантаження у вигляді відкладень різних речовин і матеріалів;
- 3) у системі заводської каналізації на поверхні води є шар горючої рідини;
- 4) у системі перебувають гази, газові суміші або рідини, які здатні розкладатися із займанням під впливом високої температури або тиску.

До виробничих комунікацій належать системи для прокладки технологічних трубопроводів (наземні трубопровідні естакади, підземні тунелі, траншеї), системи каналізації, окремі трубопроводи, повітроводи, лотки, канали й т.п.

Попередження поширення пожежі по виробничих комунікаціях на практиці забезпечується за допомогою двох варіантів. Вибір варіантів залежить від виду горючого середовища, що утворюється в комунікаціях.

Якщо горюче середовище утворюється у вигляді суміші речовин, які транспортують, (газів, парів або пилу) з повітрям і, отже, можливо їхнє кінетичне згоряння, то використовують, як правило, вогнеперешкоджувальні пристрої, які вільно пропускають пароповітряний потік, але гасять полум'я.

Якщо немає умов для утворення горючої концентрації, а горюче середовище утворюється у вигляді горючих відкладень, які рівномірно розподілені на внутрішній поверхні комунікацій, то використання вищезгаданих пристроїв ви-

являється неефективним. Справа в тому, що поступове нагромадження відкладень призводить до закупорки пристроїв і виведення з ладу не тільки їх, але й всієї комунікаційної системи. З іншого боку, при дифузійному горінні відкладень нагріті до високих температур продукти згоряння ще до підходу фронту полум'я до захисних пристроїв здатні прогрівати їх до небезпечних температур, що роблять такий захист неефективним.

У цьому випадку використовують різного типу заслінки, засувки або поворотні клапани з автоматичною або ручною повіднею, які при спрацьовуванні повністю перекривають живий переріз трубопроводу, припиняючи тим самим не тільки поширення полум'я по ньому, але й рух суміші. Ефективність дії таких пристроїв залежить від своєчасності їхнього спрацьовування, а також від щільності (герметичності) перекриття перерізу трубопроводу, що може порушуватися при несвоєчасному їхньому очищенні від відкладень.

Таким чином, обидва названих варіанта, які використовують на практиці для попередження поширення пожежі по виробничих комунікаціях, не є ідеальними. Вони будуть ефективно застосовуватися тільки в тому випадку, якщо вжиті заходи щодо захисту комунікацій і самих пристроїв від горючих відкладень. Тому попередження утворення горючих відкладень має велике профілактичне значення за двома причинами. По-перше, за відсутності відкладень поширення пожежі ними стає неможливим. По-друге, при відсутності відкладень створюються сприятливі умови для ефективного застосування пристроїв, які використовують для захисту виробничих комунікацій від поширення пожежі.

8.2 Пожежовибухонебезпека горючих відкладень, що утворюються у виробничих комунікаціях і заходи профілактики

Розробка й впровадження безвідходних технологій і установок із знешкодження промислових викидів зажадали об'єднання великої кількості раніше розрізнених технологічних апаратів за допомогою комунікацій до єдиного цілого. Однак при наявності розвиненої системи комунікацій (трубопроводів, повітроводів) навіть при нормальній експлуатації технологічного обладнання створюються умови для формування в них горючих відкладень, що розподілені по всій їхній довжині, які за певних умов схильні до самозаймання й сприяють швидкому схованому розвитку пожежі системою комунікацій на суміжне технологічне обладнання й будівельні конструкції виробничих будинків.

Така небезпека характерна для виробництв, де широко застосовують технологічні процеси просочення, фарбування, вулканізації, рекуперації, загартовування, пайки, лудіння та ін.

У зв'язку із цим виникає проблема забезпечення пожежної безпеки таких комунікацій і, зокрема, повітроводів систем місцевих відсмоктувачів.

Відповідно до зростання товщини шарів відкладень у транспортних повітроводах у хронологічному порядку одне за одним створюються умови для прояву наступних основних небезпек:

- займання горючого шару з появою джерела запалювання;
- утворення горючої концентрації при наявності летучих компонентів у масі відкладення;

- поширення полум'я поверхнею відкладень у випадку їхнього займання;
- самозаймання відкладень.

Головний напрямок у забезпеченні пожежовибухонебезпеки транспортних комунікацій з горючими відкладеннями пов'язаний з попередженням утворення відкладень. Однак на практиці це зробити практично неможливо. Тому йдуть шляхом зниження інтенсивності утворення відкладень у сполученні з періодичним очищенням технологічного обладнання.

Однак при цьому виникають проблеми, що пов'язані з визначенням припустимої за умовами пожежної безпеки тривалості експлуатації технологічного обладнання до чергового очищення, і створенням ефективних пожежобезпечних способів очищення. Перспективними в цьому плані є також заходи, що здійснюються між чищеннями зі зниження інтенсивності утворення відкладень за допомогою уловлювальних пристроїв і попередженню нагромадження відкладень шляхом відводу рідкої фази, що утворюється під час конденсації пари.

Вживаючи заходів зі зниження інтенсивності утворення відкладень, при визначенні термінів пожежобезпечної експлуатації транспортних комунікацій між чищеннями, розглядають усі можливі фактори пожежовибухонебезпеки, які можуть виявитися в процесі росту шарів відкладень. А потім із цих факторів вибирають такий, котрий не може бути усунутий іншими заходами без проведення самого очищення.

Щоб знизити інтенсивність забруднення поверхні повітроводів горючими відкладеннями, застосовують різні способи вловлювання захоплених повітрям твердих і рідких часток, попереджають можливість конденсації й кристалізації пари на поверхні труб, здійснюють очищення поверхні від горючих відкладень.

Очищення повітря від горючого пилу, що захоплюється, пуху й інших твердих відходів виробництва й побічних продуктів здійснюють звичайно інерційними вловлювачами, циклонами й фільтрами. Для поліпшення ефективності вловлювання твердих часточок з повітря до інерційних вловлювачів і циклонів у деяких випадках підводять воду.

У масляних фільтрах пил уловлюють при проході повітря через металеву сітку, що рухається, змочену в мастилі. Ефективність мастильних фільтрів становить 70 – 85 %. Забруднена металева сітка проходить через бак з мастилом, очищається від пилу й змочується ним. Рукавні фільтри високоефективні. Вони вловлюють до 95 – 99 % пилу. Безперервність їхньої дії забезпечують струшуванням рукавів з одночасною зворотною продувкою тканини повітрям. Рукавна тканина може бути оброблена вогнезахисними сполуками. Для відводу зарядів статичної електрики в тканину вплітають еластичні металеві нитки, які з'єднують із заземлюючим пристроєм.

У пінних промивачах запилений газ проходить через шар води, викликаючи утворення піни й тонких водяних плівок, що сприяють уловлюванню твердих часточок. Ефективність їхньої дії доходить до 85 - 92 %.

Очищення повітря фарбувальних камер від часточок фарби роблять гідрофільтрами, що представляють собою одну або декілька послідовно розташованих водяних завіс, крізь які просмоктується забруднене повітря.

В останні роки впроваджуються механізовані методи очищення повітроводів з використанням переносних пароемульсійних ежекторів, що забезпечують струминну подачу мийного засобу безпосередньо до повітроводу без його демонтажу. Пожежобезпеку цього методу забезпечують застосуванням негорючих водяних розчинів технічних миючих сполук (ТМС), флегматизацією об'єму повітроводу водяною парою, зволоженням відкладень і застосуванням водяних струменів для механічного видалення відкладень, що відшаровуються.

Для видалення особливо міцних відкладень застосовують пожежонебезпечний метод захисту повітроводів систем місцевих відсмоктувачів фарбувального й сушильного обладнання від налипання аерозольних часток за допомогою еластичного рукава.

8.3 Захист виробничих комунікацій від поширення пожежі

Для запобігання розповсюдженню полум'я з аварійного обладнання в суміжних з ним, а також проскакування полум'я через скидні і дихальні клапани в ємності з горючими речовинами необхідно передбачати пристрої вогнеперешкоджування. До таких пристроїв відносять різного роду *вогнеперешкоджувачі* (сухі і рідинні), *затвори* з твердих сипких матеріалів, швидкодіючі відсікачі *полум'я*, вогнеперешкоджаючі *засувки* (*заслінки*, *шибери*).

8.3.1 Сухі вогнеперешкоджувачі

Сухими вогнеперешкоджувачами захищають газові й пароповітряні лінії, в яких за умовами технології або при порушенні нормального режиму роботи можуть утворитися горючі концентрації.

Дія сухих вогнеперешкоджувачів заснована на гасінні полум'я у вузьких каналах, через які вільно проходить горюча суміш, а полум'я, що розділене на безліч потоків, розповсюджуватися не може.

Згідно з теорією меж розповсюдження полум'я, гасіння його у вузьких каналах обумовлене тепловими втратами із зони реакції до стінок каналу. Якщо передача тепла з фронту полум'я в початкову суміш є основним процесом, який сприяє розповсюдженню полум'я по холодній суміші, то передача тепла із зони реакції до стінок каналу і відведення тепла в продукти згоряння, які охолоджуються, є процесами, що гальмують розповсюдження полум'я. У вузьких каналах втрати тепла викликають пониження температури горіння в зоні реакції, розтягування цієї зони, збільшення часу протікання реакції і зменшення швидкості розповсюдження полум'я. При зменшенні діаметра каналу збільшується його поверхня на одиницю маси реагуючої суміші, тобто зростають втрати тепла із зони реакції на одиницю маси суміші. Коли ці втрати досягають деякої критичної величини, швидкість реакції в полум'ї настільки зменшується, що подальше його розповсюдження стає неможливим. Саме такі умови і створюються в сухих вогнеперешкоджувачах.

Діаметр корпусу вогнеперешкоджувача для зменшення гідравлічного опору має збільшений розмір у порівнянні з діаметром трубопроводу, що захищається. Для надійного з'єднання корпусу вогнеперешкоджувача з трубопроводом по обидва його боки є фланці, діаметр яких відповідає діаметру трубопроводу, що захищається.

За будовою вогнеперешкоджувачі розділяють на *стрічкові, пластинчасті, сітчасті, з насадкою з гранульованого матеріалу, з насадкою з пористого матеріалу, з металокераміки і металоволокна.*

За умовами локалізації полум'я вогнеперешкоджувачі можна розділити на *вибухостійкі, вогнестійкі, стійкі до розвантаження тиску і нагрітих продуктів згорання, детонаційностійкі.*

По місцю установки на обладнанні розрізняють *скидні вогнеперешкоджувачі* (на трубах для викиду горючих газів в атмосферу або на факел); *комунікаційні вогнеперешкоджувачі* (на міжапаратурних і міжцехових комунікаціях) і *вогнеперешкоджувачі, що встановлюються перед пальниками.*

8.3.2 Рідинні вогнеперешкоджувачі (гідралічні затвори), особливості використання на газових і рідинних лініях

Рідинні вогнеперешкоджувачі (*гідрозатвори*) застосовують в основному для захисту ацетиленових генераторів від вибухів при газоплазмовій обробці металів, а також у виробництві ацетилену. Локалізація полум'я ацетиленоповітряної, а особливо ацетиленокисневої суміші з використанням сухих вогнеперешкоджувачів представляє великі технічні труднощі, і в той же час це завдання відносно просто вирішується при застосуванні гідрозатворів. Простота конструкції і висока надійність гідрозатворів дозволяє ефективно використовувати їх для захисту й іншого обладнання, що містить вибухонебезпечні гази, зокрема здатних утворювати суміші, що швидко горять.

Принцип дії гідрозатвора полягає в розділенні суцільного газового потоку на серію газових бульбашок у рідині, через яку полум'я розповсюджуватися не може. Унаслідок недостатньо вивченого процесу розповсюдження полум'я через ланцюг газових бульбашок, а також умов займання при адіабатичному стисканні бульбашок горючої суміші в рідині до нинішнього часу ще не розроблені достатньо надійні методи розрахунку гідрозатворів, тому ефективність затримання полум'я має визначатися з досвіду.

Розрізняють *гідрозатвори відкритого типу*, простір над поверхнею замикаючої рідини яких сполучається з атмосферою, і *закритого типу*, призначені для роботи під надмірним тиском.

8.3.3 Швидкодіючі відсікачі полум'я.

Локалізувати вибух, тобто не допустити поширення полум'я технологічними комунікаціями, можна також швидкодіючими відсікаючими пристроями, що спрацьовують від спеціальних високочутливих датчиків, що реагують на полум'я або тиск вибуху.

Основна вимога до *відсікачів полум'я* – швидка дія. Загальнопромислова запірна трубопровідна арматура із пневмоприводом і з електродвигунами для цих цілей непридатна через інерційність.

Швидкодіючі відсікачі полум'я найбільш зручно класифікувати за типом повідні. Відповідно до такої класифікації можна виділити:

- *відсікачі прямої дії*, які спрацьовують під дією самого тиску вибуху в технологічному трубопроводі (вибух сам себе замикає);

- відсікачі із примусовою повіднею, що спрацьовують за сигналом, який формується спеціальним індикатором вибуху, що реагує на полум'я або тиск.

8.3.4 Затвори зі здрібнених матеріалів

Затвори зі здрібнених матеріалів застосовують для захисту комунікацій, в яких можливе поширення полум'я поверхнею сипучого матеріалу. До таких комунікацій належать системи транспорту подрібнених матеріалів (самопливні труби, шнеки й т.п.). Для створення суцільного по всьому прохідному перетині трубопроводу затвора у вигляді пробки зі здрібненого матеріалу, який транспортують, застосовують різні пристрої (наприклад, *шнекові живильники* апаратів, механізовані *дозатори* системи подачі палива на спалювання і т.п.), які встановлюють наприкінці транспортної системи на самопливній лінії бункера циклону.

8.3.5 Захист повітроводів заслінками й засувками

Заслінки застосовують для захисту трубопроводів від поширення полум'я по відкладеннях різних горючих речовин: лакофарбових матеріалів, пилю, волокон, рідких конденсатних плівок, твердих пористих продуктів термічного розпаду й т.п. Характерною рисою в гасінні полум'я вогнезахисними заслінками є той факт, що ще до підходу полум'я вони повністю перекривають живий переріз повітроводу, створюючи перешкоду на шляху руху полум'я. При спрацьовуванні заслінки одночасно відбувається припинення руху транспортного потоку. Тому надходження необхідної для горіння кількості повітря й віднесення димових продуктів згоряння порушується, що сприяє гасінню полум'я за рахунок флегматизації димовими продуктами згоряння. Однак у повітроводах великого перерізу в результаті природної конвекції (зворотної тяги) можуть створюватися умови припливу свіжого повітря й зустрічного видалення димових газів. За таких умов горіння відкладень може тривати до повного їхнього вигорання по довжині повітроводу до заслінки. Тому дані заслінки мають мати достатню межу вогнестійкості, для чого їх роблять багатошаровими з різних матеріалів.

ЛЕКЦІЯ 9. ПОПЕРЕДЖЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЖЕЖІ ПРИ РУЙНУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Питання для розгляду на лекції:

9.1 Небезпека вибухового підвищення тиску середовища в технологічному обладнанні.

9.2 Способи захисту технологічного обладнання від руйнування при вибуху.

9.3 Пристрої з обмеження аварійного розтікання ЛЗР і ГР.

9.1 Небезпека вибухового підвищення тиску середовища в технологічному обладнанні

При руйнуванні апаратів унаслідок вибухового підвищення тиску створюються умови для швидкого поширення пожежі в результаті викиду палаючого вмісту апарата у виробничому цеху або на відкритому майданчику. Руйнування апаратів при вибуховому підвищенні тиску технологічного середовища часто призводить до загибелі людей, що опинилися в зоні ураження небезпечними факторами пожежі.

При відсутності ефективних засобів захисту вибухове руйнування апаратів викликає ушкодження будинків, споруд і обладнання, збільшує розмір збитку, ускладнює обстановку на пожежі, утрудняє дії з ліквідації аварії й пожежі. Тому захист технологічного обладнання від вибуху дозволяє забезпечити вибухобезпеку усього виробництва.

9.2 Способи захисту технологічного обладнання від руйнування при вибуху

Руйнуючим при вибуху є швидко наростаючий тиск усередині апарата. Швидкість наростання й величина тиску при вибуху залежать від хімічних властивостей горючої суміші, концентрації горючого компонента в суміші, сумарної кількості згорілої речовини при вибуху, початкової температури й тиску вихідної горючої суміші.

Скидання вибухового підвищення тиску для захисту технологічного обладнання здійснюють через *мембранні запобіжні пристрої (вибухові мембрани) або вибухові клапани*. Щоб такий вибухозахист був досить надійним, необхідно виконати дві умови: забезпечити спрацювання запобіжних пристроїв при заданому тиску і їх достатню пропускну здатність. Тому вибір запобіжних пристроїв і розрахунок їхніх основних характеристик є дуже відповідальними етапами проектування обладнання.

Гранична простота конструкції й винятково висока швидкодія запобіжних мембран характеризують їх як самі надійні із всіх існуючих засобів вибухозахисту технологічного обладнання. Мембрани менше за інші пристрої піддаються впливу кристалізації, полімеризації середовища (у відомих межах), забезпечують повну герметичність обладнання (до спрацювання), не мають обмежень з пропускну здатності. Мабуть, єдиний, але досить істотний недолік мембран полягає в тому, що після їхнього спрацювання обладнання залишається відкритим до заміни мембрани, що спрацювала, а це, як правило, призводить до зупинки технологічного процесу й викиду додатково великої кількості шкідливих продуктів в атмосферу. Для відводу продуктів вибуху в безпечне місце запобіжні мембрани або вибухові клапани звичайно обладнують скиданими трубопроводами. Останні від запобіжного пристрою відводять або за дах, або за бічну стіну будинку.

Основна вимога до скиданих трубопроводів полягає в забезпеченні мінімального гідравлічного опору потоку газів, які скидають. Для цього трубопровід мусить мати мінімальну довжину, мінімальне число поворотів й інших місцевих опорів.

9.2.1 Види мембранних запобіжних пристроїв

За характером руйнування розрізняють *розривні, зрізні*, такі, що *ламаються*, такі, що *ляскають*, такі, що *вилускаються* й *відривні* вибухові мембрани.

Розривні мембрани при спрацюванні розриваються, тому їх частіше виготовляють у вигляді тонкої пластини (плоскої або ввігнутої), із пластичних металів (алюмінію, нікелю, міді, латуні або інших).

Зрізні мембрани зрізуються по периметру гострої крайки притискного кільця. Їх також виготовляють із пластичних металів.

Ламкі мембрани при спрацьовуванні ламаються, тому їх виконують з тендітних матеріалів (чавуну, графіту, скла й т.п.). Вони відчутно реагують на навантаження динамічного характеру, є малоінерційними.

Мембрани, що ляскають, мають форму сферичного купола, опукла сторона якого звернена до зони підвищеного тиску (всередину апарата, що захищається). При підвищенні тиску понад критичний сферичний купол мембрани втрачає стійкість і вивертається в зворотний бік. При цьому мембрана зіштовхується із хрестоподібним ножом і розрізається. Мембрани, що ляскають, виготовляють із тонколистового прокату пластичних металів.

Мембрани, що вилускуються, застосовують у тих випадках, коли розривні й зрізні мембрани через малу їхню товщину допускають помилкові спрацьовування. Мембрани, що вилускуються, частіше виготовляють із пластмас, вони мають опуклу форму й кріпляться в спеціальному гнізді (кільцевому виточенні) за допомогою м'якого припою або замазки. При спрацьовуванні такі мембрани вибиваються із гнізда, повністю звільняючи живий переріз патрубка. Після спрацьовування ці мембрани знову можуть бути використані (вони багаторазової дії).

Відривні мембрани застосовують для захисту апаратів з високим робочим тиском. Ними, наприклад, захищені змієвикові реактори виробництва поліетилену методом високого тиску (робочого тиску 150-200 МПа), колони синтезу карбаміду (робочий тиск 20 МПа) і т.п. Така мембрана найчастіше має вигляд ковпачка, відлитого разом із фланцями для кріплення, і має ослаблений переріз, по якому й відбувається її відрив при спрацьовуванні.

Вибухові клапани із шарнірно-відкидними дверцятами застосовують для захисту трубчастих печей, топків котлів, газогенераторів і інших апаратів.

9.3 Пристрої з обмеження аварійного розтікання ЛЗР і ГР

При ушкодженнях і аваріях апаратів з них відбувається вільний витік горючих рідин, нерідко на значній площі.

Попередження або зменшення аварійного витоку рідин з ушкоджених апаратів і трубопроводів забезпечується установкою в певних точках технологічної схеми необхідної кількості пристроїв, за допомогою яких можна оперативно припинити або зменшити вихід горючих речовин назовні.

Найчастіше для цієї мети використовують запірні засувки ручної дії або з дистанційним пуском, з автоматичною повіднею, а також інші спеціальні пристрої (швидкісні відсікачі потоку, зворотні клапани, мембранні клапани й т.п.). Введення в дію цих пристроїв часто блокують із автоматичним відключенням перекачувальних насосів.

Попередження аварійного розтікання рідини, що вилилась, забезпечують улаштуванням на шляху її руху різних перешкод (захисних обвалувань, стінок, бортиків, порогів, лотків і т.п.).

Якщо виробниче приміщення або відкрита установка мають значну площу й на ній рівномірно розміщується технологічне обладнання з ГР і ЛЗР, поділ виробничої площі бортиками на протипожежні відсіки обмежує аварійний розлив рідини й розмір можливої площі горіння.

Щоб рідина, що розлилася при аварії, не попадала через дверні прорізи із приміщення назовні або в суміжні приміщення, улаштовують пороги з пандусами.

Аварійний розлив горючих рідин територією виробничого підприємства може бути обмежений за рахунок лотків, жолобів, канав, додаткових насипів і інших споруд, що розташовані з урахуванням рельєфу місцевості й аварійної ситуації.

Окремо розташовані резервуари й групи резервуарів з ГР захищаються земляним валом і неспаленою стіною, розрахованою на гідростатичний тиск рідин, що розливаються. Однак такі перешкоди здатні утримати потік рідини тільки при локальному руйнуванні технологічного обладнання або частково заповненого рідиною апарата, тобто коли напір потоку не достатній для переливу через обвалування.

При повному руйнуванні великогабаритних технологічних апаратів, наприклад резервуарів, потік рідини (так звана хвиля прориву) рухається за законами динаміки, тому земляні обвалування не можуть її утримати й руйнуються. Для підвищення безпеки населення, об'єктів забудови населених пунктів і природи, які можуть опинитися в зоні впливу хвилі прориву, що утвориться при квазімиттєвому руйнуванні РВС, необхідно застосовувати захисні інженерні споруди, стійкі до гідродинамічного впливу.

ЛЕКЦІЯ 10. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Питання для розгляду на лекції:

10.1 Пожежна безпека процесів механічної обробки металів.

10.2 Пожежна безпека процесів механічної обробки деревини.

На об'єктах промисловості процеси механічної обробки твердих матеріалів використовують з метою отримати із заготовки вироби необхідної форми, розмірів і необхідної якості поверхні (точності і шорсткості). Механічній обробці піддають метали, деревину і пластмаси.

10.1 Пожежна безпека процесів механічної обробки металів

У процесах механічної обробки заготовки металу піддають пилянню, струганню, фрезеруванню, точінню, довбанню, шліфовці і висіканню.

Для проведення перерахованих видів робіт застосовуються токарні, стругальні, фрезерні, шліфувальні, свердлувальні і інші верстати з відповідним обладнанням (оснащенням).

Найбільш поширеним видом механічної обробки металів є процес їх різання. Суть процесу обробки металів різанням полягає в знятті із заготовки металу (стружки). Цей вид обробки проводять на металорізальних верстатах. У процесі обробки металів різанням початкова заготовка і ріжучий інструмент отримують робочий рух від механізмів металорізальних верстатів і переміщаються щодо один одного.

Найбільш поширеними видами механічної обробки металів різанням є точіння, свердлення, фрезерування, шліфування та ін.

Основними джерелами запалювання в процесах механічної обробки металів є:

- теплота тертя, внаслідок чого відбувається нагрівання ріжучого інструменту, заготовки і відходів металу. Ступінь розігрівання їх залежить від швид-

кості різання; величини подачі ріжучого інструменту; якості заточування інструменту і властивостей оброблюваного матеріалу. При нормальних режимах обробки тепло, що виділяється, не представляє небезпеки, оскільки воно майже все віддається до навколишнього середовища, а нагріті ріжучий інструмент і оброблювана деталь мають низьку температуру. З підвищенням швидкості різання і збільшенням швидкості подачі інструменту, зниженням якості заточування ріжучого інструменту кількість тепла, що виділяється, збільшується. У цьому випадку інструмент, деталь, стружка можуть розігріватися до небезпечних температур, що може призвести до займання горючих матеріалів, що знаходяться у контакті з ними;

- нагрівання і займання повідних пасів обладнання при їх прослизанні;
- іскри удару у разі порушення взаємного положення рухомих і нерухомих деталей механізмів; теплота самозагоряння відходів металу і обтиральних матеріалів, просочених мастил;
- іскри і електричні дуги при механічному пошкодженні ізоляції електричних кабелів, які підключені до електродвигунів верстатів;
- тепловий прояв несправного електрообладнання, освітлювальних і силових мереж (короткі замикання, перевантаження, великі перехідні опори);
- відкритий вогонь при грубих порушеннях протипожежного режиму (куріння, застосування факелів, паяльних ламп, зварювальні й інші вогневі ремонтні роботи).

Розповсюдженню пожежі в цехах механічної обробки металів сприяють горючі конструкції будівель, технологічні комунікації, повітроводи систем вентиляції, горючі рідини, що розлилися тощо.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні процесів механічної обробки металів:

- не допускається порушувати режим обробки, використання в роботі несправного і неправильно заточеного інструмента, а також верстатів, що не пристосовані для обробки даного матеріалу;
- металеву стружку, промащені обтиральні матеріали необхідно в міру накопичення прибирати в металеві ящики з кришками, які щільно закриваються, і після закінчення зміни видаляти з виробничих приміщень в спеціально відведені місця;
- необхідно контролювати справність і ефективність роботи систем охолодження і змащування верстатів.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при механічній обробці виробів з магнієвих і титанових сплавів:

- обробка магнієвих сплавів має вестися тільки гострим, правильно заточеним інструментом, що виключає можливість підвищеного тертя і загоряння від перегріву (температура стружки, що видаляється, не має перевищувати 200 °С). Не допускається працювати з подачею менше 0,06 мм або швидкістю різання більше 100 м/хв.;
- процес механічної обробки має проводитися, як правило, без застосування змащувально-охолоджуючих рідин (у технічно обґрунтованих випадках для охолодження допускається застосування мінерального мастила вільного від кислот і води);
- при мокрому шліфуванні слід застосовувати мастило або мастильну суміш. Мастило має бути вільним від мінеральних кислот і мати температуру спалаху не нижче 150 °С;

– верстати і робочі місця мають очищати від стружки і пилу не рідше 2-3 разів за зміну. Стружку і відходи магнієвих сплавів слід збирати в спеціальну закриту або герметичну тару, що має напис «Відходи магнію» і встановлювану на відстані не менше 6 м від верстатів;

– прибирання робочих місць від магнієвої стружки і пилу має проводитися способом, що виключає появу пилу і аерозолів у повітрі робочої зони;

– забороняється змішувати відходи магнієвих сплавів з відходами інших металів. Забруднену стружку мають збирати в окремі металеві ящики з кришками і видаляти у відведене для їх збору місце;

– спецодяг працюючих на обробці магнієвих сплавів необхідно систематично очищати від осідаючого магнієвого пилу, провітрювати, зберігати в металевих шафах і прасувати не рідше одного разу на тиждень;

– відходи титанових сплавів необхідно зберігати в герметичній тарі в спеціально відведеному сухому приміщенні;

– промашену дрібну стружку і пил титанових сплавів у міру накопичення мають утилізувати на спеціально відведеному майданчику;

– взаємодія магнію з водою має бути виключена на всіх етапах технологічного процесу виробництва;

– кожухи шліфувальних верстатів, на яких проводять обробку деталей з магнієвих сплавів, мають бути виготовлені з кольорового металу;

– при шліфуванні шлам титанового пилу слід видаляти у вологому стані й висушувати в спеціально відведеному місці. Відходи титану в дрібнозмеленому стані, що покриті мастилом, необхідно знежирювати;

– сушіння і знежирення шламу титанового пилу здійснюють відповідно до технологічних інструкцій, які затверджені керівництвом організації;

– для шліфування і полірування деталей з магнієвих сплавів необхідно використовувати абразивні матеріали, що не містять іскроутворюючих включень.

Забороняється:

– обробляти деталі з титаномagneєвих сплавів на обдирно-шліфувальних верстатах;

– проводити заточування інструментів і обробку виробів з чорних металів на верстатах, що призначені для обробки виробів з магнієвих сплавів;

– видаляти пил із зони обробки стислим повітрям;

– проводити в приміщеннях роботи, які пов'язані із застосуванням відкритого вогню;

– користуватися легкопінними вогнегасниками або водою на ділянці обробки магнієвих сплавів.

10.2 Пожежна безпека процесів механічної обробки деревини

Для проведення процесів механічної обробки деревини (пиляння, стругання, фрезерування, точіння, довбання, шліфовка) застосовують деревообробні верстати, які залежно від призначення поділяють на наступні групи: для розкрою деревних матеріалів; чорнової і чистової обробки заготовок.

Горюче середовище в цехах механічної обробки деревини складають деревина, відходи деревини, мастила в деревообробних верстатах. При механічній обробці деревини виділяється значна кількість пилу і дрібної стружки, які більш пожежонебезпечні, ніж компактна деревина. Деревний пил, що утворю-

ється при роботі шліфувальних верстатів, здатний утворити вибухопожежонебезпечні суміші з повітрям.

Основними джерелами запалювання в процесах механічної обробки деревини є:

- теплота тертя при перегрівих підшипників вентиляторів, транспортерів, електродвигунів верстатів при порушенні режиму їх змащування, перекосах валів і пил, забрудненні поверхні пилом або відходами деревини, нагрівання і займання повідних пасів при прослизанні. Теплота тертя може виявитися джерелом запалювання також при розпилюванні твердих порід деревини, наявності в ній суччя, перевантаженні і перекосах пилок;

- іскри удару, які утворюються в разі порушення взаємного положення рухомих і нерухомих деталей механізмів, а також за наявності в деревині металевих включень: цвяхів, шматочків металу тощо;

- іскри і електричні дуги при механічному пошкодженні ізоляції електричних кабелів, що підключені до електродвигунів верстатів;

- тепловий прояв несправного електрообладнання, освітлювальних і силових мереж (короткі замикання, перевантаження, великі перехідні опори), перевантаження електродвигунів верстатів;

- іскрові розряди статичної електрики при роботі пневмотранспорту;

- удари блискавки та її вторинні прояви;

- теплота samozagoryannya деревних відходів, які просочені мастилом (при їх скупченні під верстатами або тривалому зберіганні), а також промащених обтиральних матеріалів;

- застосування відкритого вогню (куріння, вогневі ремонтні роботи).

Розповсюдженню пожежі в цехах механічної обробки деревини сприяють: горючі конструкції будівель; деревина і відходи її обробки; повітроводи систем вентиляції; системи видалення відходів виробництва, конвеєрні лінії і технологічні отвори.

Специфічні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки при проведенні процесів механічної обробки деревини:

- приміщення та обладнання мусять регулярно очищати від пилу, стружок, тирси і промащених обтиральних матеріалів. Періодичність очищення від пилу високо розташованих будівельних конструкцій, інженерних комунікацій і світильників в приміщеннях має визначатися залежно від часу накопичення пилу в небезпечній кількості і згідно з цеховою інструкцією про заходи пожежної безпеки;

- прибирання пилу у виробничих приміщеннях з будівельних конструкцій, обладнання, інженерних комунікацій і світильників має проводитися за допомогою промислових пиłosосів у вибухозахищеному виконанні або спеціальною системою пневмоприбирання, а при їх відсутності – вологим способом, що унеможливорює утворення пилу. Стисле повітря для прибирання використовувати не допускається;

- для видалення відходів деревообробні верстати мають бути обладнані справними місцевими відсмоктувачами. Робота верстатів при вимкнених системах вентиляції і пневмотранспорту не допускається;

- для запобігання осадженню відходів у повітроводах місцевих відсмоктувачів і пневмотранспорту швидкість руху повітря при відсмоктуванні приймають не менше 15 м/с;

- у пневмотранспортних і аспіраційних системах, в бункерах необхідно не допускати утворення застійних зон, що ведуть до відкладення пилю;
- системи транспортування стружки і пилю мають виключати розсип матеріалів;
- має здійснюватися контроль справності електрообладнання і електропроводки; не допускається перевантаження електрообладнання верстатів;
- необхідно періодично здійснювати контроль температури підшипників;
- для роботи має застосовуватися гострий і правильно заточений ріжучий інструмент;
- у системах пневмотранспорту мають застосовуватися вентилятори у вибухобезпечному виконанні;
- для запобігання потраплянню металевих предметів в аспіраційні і вентиляційні установки, що видаляють пожежонебезпечні речовини, повітроводи за місцевими відсмоктувачами мають бути обладнані сітками з розміром осередку 10X10 мм або магнітними уловлювачами;
- передача руху від електродвигуна до механізмів мусить здійснюватися за допомогою клиноподібних пасів.

10.3 Пожежна безпека процесів механічної обробки пластмас

Механічну обробку деталей при виробництві виробів з пластмас застосовують з метою: виготовлення точніших, ніж при пресуванні або литві деталей; виготовлення деталей з листових пластиків; видалення літників, облою, грату, плівки в отворах; більш економічного виготовлення деталей складної конфігурації; виготовлення деталей в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва.

При механічній обробці пластмас розрізняють наступні способи: розділове штампування, обробку пластмас різанням. Розділове штампування застосовують для виготовлення деталей з листових матеріалів. При цьому виконують наступні операції: вирубку, пробивку, відрізуку, розрізання, обрізання, зачистку. Обробку пластмас різанням застосовують для обробки (видалення літників, облою, плівки тощо) після гарячого формоутворення деталей і як самостійний спосіб виготовлення деталей з пластмас виробів. При цьому виконують наступні операції: розрізання, точіння, фрезерування, свердлення, нарізування різьб, шліфування, полірування.

Термопласти обробляють стрічковими і дисковими пилами, вирубують на штампах, а також фрезерують і свердлять відповідними інструментами. Для механічної обробки виробів з реактопластів застосовують шліфувальні круги, фрези, різці, свердла з твердих сплавів або інструментальної і швидкорізальної сталі.

Горюче середовище в цехах механічної обробки пластмас складають: оброблювані матеріали, відходи виробництва, у тому числі і вибухопожежонебезпечний пил.

Для процесів механічної обробки пластмас характерні джерела запалювання з природою походження, властивою процесам механічної обробки деревини.

Розповсюдженню пожежі в цехах механічної обробки пластмас сприяють горючі конструкції будівель; пластмаси і їх відходи; розплави пластмас; технологічні отвори і комунікації.

Специфічні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки при проведенні процесів механічної обробки пластмас:

– установки високочастотного нагріву пресматеріалів мають розміщуватися в металевих добре екранованих шафах. Установки мають бути забезпечені блокуваннями, які забезпечують при відкритті дверей повне зняття напруги зі всіх елементів, що знаходяться у відсіку, що відкривається;

– сушильні камери, просочувальні установки, автоклави й інші нагрівальні пристрої мусять мати вимірювальні і регулюючі пристрої, а також засоби аварійної сигналізації;

– бункери й інші ємкості, які використовують для зберігання сипких дрібнодисперсних пожежонебезпечних речовин і матеріалів, мають періодично оглядати і при необхідності очищати від залишків продукту і відкладень пилу;

– обладнання і апарати, при роботі яких відбувається утворення пилу (роторні машини та ін.) мають бути герметичними;

– переробка поліформальдегіду має проводитися при температурі, що не перевищує температуру його плавлення більше ніж на 10°C ;

– електроживлення нагрівачів стаціонарних пресформ і нагрівальних плит мусить мати напругу не більше 36 В;

– станини технологічного обладнання, корпуси електродвигунів, конструктивні частини електронагрівальних приладів, а також металеві частини, які можуть опинитися під напругою, мають бути заземлені;

– для відведення статичної електрики, що накопичується на працівнику, мають бути влаштовані підлоги з підвищеною електропровідністю (заземлені робочі майданчики); необхідно застосовувати струмопровідне спеціальне взуття з підошвою зі шкіри, струмопровідної гуми або із струмопровідними заклепками;

– не допускається під час роботи носити одяг із синтетичних тканин, здатних до електризації; не дозволяється також носити кільця і браслети, щоб уникнути акумуляції зарядів електрики;

– робітники, які працюють з матеріалами і на підлогах, що електризуються, мають періодично торкатися до заземлених частин металевим предметом, тримаючи його в руці.

10.4 Пожежна безпека процесів подрібнення твердих горючих матеріалів

У хімічних, мукомельних, деревообробних, фарбоприготувальних і інших виробництвах мають місце застосування процеси подрібнення твердих матеріалів. Подрібнення – це руйнування твердих тіл до необхідних розмірів: грубе (300 – 100 мм), середнє (100 – 25 мм) і дрібне (25 – 1 мм) подрібнення; грубий (1000 – 500 мкм), середній (500 – 100 мкм), тонкий (100 – 40 мкм) і надтонкий (< 40 мкм) помел. Мета подрібнення – отримання продукту необхідного розміру і гранулометричного, або фракційного складу. Подрібнення може бути сухим (як правило, при грубому і середньому дробленні) і мокрим (часто при дрібному дробленні і помелі). Сухе подрібнення проводять у повітряному середовищі або в інертних газах (при переробці матеріалів, що окислюються, пожежо- і вибухонебезпечних, а також токсичних матеріалів).

Специфічні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки при проведенні процесів подрібнення твердих горючих матеріалів:

– обладнання мусить бути герметичним;

- перед вальцевими верстатами, дробарками і ін. машинами ударного типу мають бути встановлені магнітні загороди;
- підшипники обладнання і повідні мають регулярно змащуватися і очищатися від пилу і надлишків мастила;
- експлуатоване технологічне обладнання має щодня бути очищеним від горючого пилу, що осів на них.

ЛЕКЦІЯ 11. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Питання для розгляду на лекції:

- 11.1 Пожежна безпека процесів транспортування горючих рідин.*
- 11.2 Пожежна безпека процесів транспортування горючих газів.*
- 11.3 Пожежна безпека транспортування твердих речовин.*
- 11.4 Пожежна безпека процесів зберігання горючих газів.*
- 11.5 Пожежна безпека процесів зберігання горючих рідин в резервуарах.*
- 11.6 Пожежна безпека при зберіганні твердих горючих матеріалів.*
- 11.7 Пожежна безпека технологічних трубопроводів з горючими газами і горючими рідинами.*

11.1 Пожежна безпека процесів транспортування горючих рідин

Рідини, що застосовують у технологічних процесах транспортують трубопроводами як усередині підприємства, так і поза ним. Транспортування рідин може проводитися самопливом або за допомогою спеціальних пристроїв - насосів.

11.1.1 Транспортування рідин самопливом

Транспортування рідин самопливом застосовують в основному на періодично діючих виробництвах з напірними баками, на зливних лініях (лінії зливно-наливних естакад, аварійний злив, виробнича каналізація). Самоплив можливий тільки у тому випадку, коли рідина переміщається з більш високого рівня на нижчий і ухил потоку забезпечує необхідні витрати і тиск рідини.

Самопливні трубопроводи в деякі періоди роботи лише частково заповнені рідиною, тобто працюють неповним перерізом, що є їх характерною особливістю. Горюче середовище в цьому випадку утворюється у вільному об'ємі трубопроводу над шаром рідини, якщо між робочою температурою і температурою спалаху рідини, яку транспортують, виконується співвідношення:

$$t_p \geq t_{\text{спал}} - \Delta t, \quad (11.1)$$

де t_p – робоча температура рідини, $^{\circ}\text{C}$;
 $t_{\text{спал}}$ – температура спалаху горючої рідини, $^{\circ}\text{C}$;
 Δt – коефіцієнт безпеки, $^{\circ}\text{C}$.

У таких умовах пожежа може розповсюдитися на всю довжину самопливного трубопроводу і на технологічні споруди, з якими він пов'язаний.

Із самопливних систем, що найчастіше зустрічаються, підвищену пожежну небезпеку мають системи виробничої каналізації. Разом з виробничими і зливовими стоками в каналізацію можуть потрапляти горючі рідини, особливо при аваріях і пошкодженнях обладнання. При нормальній експлуатації виробництва перерізи каналізаційних трубопроводів лише частково заповнені горючими рі-

динами і при виконанні умови (11.1) в їх вільному об'ємі утворюються горючі пароповітряні суміші.

Організація самопливу у виробничих цехах зазвичай пов'язана з улаштуванням напірних баків, які розташовуються на висоті і є апаратами із змінним рівнем рідини. Горючі пароповітряні суміші можуть утворитися в паровому просторі напірного бака і зовні в дихальних пристроях при витісненні горючої пари в атмосферу.

11.1.2 Транспортування рідин насосами

У насосах механічна енергія двигуна перетворюється в енергію рідини, яку транспортують, унаслідок підвищення її тиску. За принципом дії насоси підрозділяють на об'ємні і динамічні. В об'ємних насосах енергія і тиск підвищуються в результаті витіснення рідини із замкнутого простору тілами, що рухаються поворотно-поступально або обертально. За формою руху робочих органів їх підрозділяють на поворотно-поступальні (поршневі, плунжерні, діафрагмові) і обертальні, або роторні (шестерінчасті, гвинтові та ін.).

У динамічних насосах енергія і тиск рідини підвищуються під дією центробіжної сили, що виникає при обертанні лопатевих коліс (наприклад, у центробіжних і осьових насосах), або сил тертя (наприклад, в струменевих і вихрових насосах). Тому за видом силової дії на рідину динамічні насоси підрозділяють на лопатеві і насоси тертя.

Специфічні вимоги пожежної безпеки для процесів переміщення горючих рідин:

- для перекачування горючих рідин слід застосовувати безсальникові насоси, а також насоси з ущільненнями торців;
- насоси по перекачуванню горючих рідин по можливості необхідно розміщувати на відкритих майданчиках;
- для обмеження розтікання горючої рідини, навколо місць установки насосів, необхідно влаштовувати борти заввишки не менше 0,15 м;
- з боку нагнітання на всмоктування і запобіжних клапанів на поршневих, шестерінчастих і гвинтових насосах необхідно влаштовувати перепускні лінії;
- насоси мають мати дистанційний пуск і відключення, що розміщуються на безпечній відстані;
- замочні пристрої насосів, що транспортують горючі рідини, мають розташовуватися, як в приміщенні, так і зовні будівлі;
- має здійснюватися контроль герметичності ущільнень; не допускається експлуатація насосів з витоком рідин через сальники;
- для виключення вібрацій насоси мають ретельно регулюватися і встановлюватися на фундаменти, відокремлені від фундаментів будівлі;
- має контролюватися температура підшипників, підшипники насосів мають своєчасно змащуватися;
- насоси мають бути оснащені сигналізацією про порушення параметрів роботи, що впливають на їх безпеку.

11.2 Пожежна безпека процесів транспортування горючих газів

Для стискання і транспортування газів застосовують спеціальні машини, які називають компресорами. Основними параметрами, що характеризують роботу компресора, є продуктивність (Q), початковий (p_1) і кінцевий (p_2) тиск, ступінь стискання ($c = p_2/p_1$), потужність на валу компресора (N).

Залежно від значення ступеня стискання компресійні машини підрозділяють на вентилятори, газодувки, компресори. Вентилятори – це машини із ступенем стискання $c < 1,15$, які застосовують для транспортування великих кількостей газів при низькому тиску. Газодувки ($1,15 < c < 3,0$) застосовують для транспортування значних кількостей газів при істотних гідравлічних опорах системи, в якій переміщається газ. Компресори ($c > 3,0$) застосовують для створення високого тиску.

Характерними джерелами запалювання в компресорах є: тепловий прояв механічної енергії (тепло удару, тепло тертя, тепло стискання); тепловий прояв електричної енергії (коротке замикання, великий перехідний опір, перевантаження, іскріння); тепловий прояв хімічної енергії (самозагоряння промащених волокнистих матеріалів).

Специфічні вимоги пожежної безпеки для процесів переміщення ГГ:

- для компремирування і переміщень ГГ передбачають переважно центробіжні компресори (в обґрунтованих випадках допускають застосування поршневих або інших типів компресорів);
- для захисту проти небезпечних вібрацій компресори встановлюють на окремі фундаменти, що відокремлені від фундаментів й інших конструкцій будівлі;
- допустимі значення швидкостей, тиску, температур переміщуваних горючих продуктів встановлює розробник процесу і технологічного регламенту з урахуванням вибухонебезпечних характеристик, фізико-хімічних властивостей речовин, які транспортуються;
- для компресорів, що переміщують горючі продукти, має передбачатися їх дистанційне відключення;
- вибір конструкції і конструкційних матеріалів, пристроїв ущільнювачів здійснюють залежно від властивостей переміщуваного середовища і вимог діючих нормативних документів;
- системи змащування механізму руху циліндрів і сальників мусять мати справні блокування щодо зупинки двигуна компресора при падінні тиску в системі змащування нижче допустимого;
- для відокремлення рідкої фази від переміщуваного газового середовища на лінії всмоктування компресора встановлюється сепаратор;
- лінії всмоктування компресорів мають знаходитися під надмірним тиском. При роботі цих ліній під розрідженням необхідно передбачати контроль за вмістом кисню в ГГ, а також подачу інертного газу в ці лінії у разі підвищення вмісту кисню в ГГ вище гранично допустимого значення і відключення приводу компресора.

11.3 Пожежна безпека транспортування твердих речовин

Залежно від виду матеріалу, що транспортується, розрізняють пристрої для переміщення сипких матеріалів і штучних вантажів. До таких пристроїв відносяться транспортери, елеватори, самопливні і пневматичні труби. За режимом роботи пристрої для транспортування можуть бути безперервними і періодичними, а за напрямом транспортування – горизонтальними, вертикальними і змішаними.

Транспортери й елеватори за конструкцією бувають: стрічкові; пластинчасті; скребкові і гвинтові. Найбільш широкого застосування знайшли стрічкові горизонтальні або похилі транспортери.

Горюче середовище в пристроях для транспортування твердих матеріалів утворюють: горючий матеріал, що транспортується; пил, що виділяється в результаті транспортування матеріалу; горючі відкладення, що утворюються переміщуваними матеріалами; транспортерні стрічки. На транспортерах і елеваторах знаходиться значна кількість рівномірно розподіленого матеріалу, але при порушенні режиму роботи, кількість матеріалу в якому-небудь місці може різко збільшитися, наприклад, у місці розвантаження при відмові розвантажувального пристрою. Частина матеріалу, який транспортують, переходить до приміщення у вигляді зваженого пилу, а потім осідає на різних поверхнях. Частина ж матеріалу висипається на підлогу. Виділення пилу найінтенсивніше відбувається в місцях завантаження, пересипання, розвантаження, при проходженні стрічки через направляючі ролики.

Для процесів транспортування твердих матеріалів властиві наступні джерела запалювання: тепло тертя і удару; тепловий прояв електричної, хімічної енергій (самозагоряння матеріалів, що транспортуються); необережне поводження з вогнем. Але все ж таки основною причиною пожеж в пристроях для транспортування є тепло, що виділяється в результаті тертя або удару (при перевантаженні або заклинюванні стрічки відбувається її інтенсивне нагрівання, що може привести до її займання).

Підвищену пожежну небезпеку являють системи пневмотранспорту, яка обумовлена тим, що транспортування горючих матеріалів проводиться в особливо небезпечному подрібненому стані і є можливість утворення горючих концентрацій пилу як в системах, так і об'ємі виробничого приміщення. Системам пневмотранспорту властиві джерела запалювання від теплового прояву механічної енергії, викликаного тертям і ударом, а також від іскрових розрядів статичної електрики (особливо при транспортуванні трубами з неметалічних матеріалів).

Системи пневмотранспорту сприяють розповсюдженню пожежі, оскільки мають значну протяжність транспортних комунікацій, переходять з приміщення в приміщення, зокрема через протипожежні перешкоди будівель і споруд. При пожежі в довгих похилих галереях або вертикальних шахтах виникає сильна тяга, що сприяє інтенсивному розповсюдженню пожежі.

Специфічні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки процесів транспортування твердих матеріалів:

– конвеєри мусять мати запобіжні пристрої, що відключають повідню при перевантаженні;

– конвеєри, що транспортують порошкоподібні матеріали, що пилять, а також матеріали, що виділяють пару й газу, або матеріали з високою температурою, мають обладнуватися системами пилопридушення, вентиляції або аспірації і тепловим захистом залежно від фізико-хімічних властивостей матеріалів і конструкції конвеєра;

– при обґрунтуванні необхідно застосовувати закриті транспортери;

– при необхідності стрічкові конвеєри мають бути оснащені магнітними металовловлювачами (електромагнітними сепараторами) для видалення металевих включень в пунктах перевантаження. Конвеєри, обладнані магнітними металовловлювачами, мусять мати блокування, що виключає пуск конвеєра при відключеному металовловлювачі;

– необхідно здійснювати контроль натягнення ланцюгів і транспортерних стрічок. Пробуксовка стрічки конвеєра має усуватися відповідною натяжкою стрічки натягачами після очищення барабанів і стрічки. Підсипати каніфоль і інші матеріали з метою усунення пробуксовування стрічки забороняється;

– повідні похилих пластинчастих конвеєрів мають бути обладнані автоматичними гальмівними пристроями, що виключають зворотний хід механізму при обриві ланцюга;

– недопустимі перевантаження, перекоси і завали транспортерних стрічок як основні причини заклинювання транспортерів;

– для попередження займання транспортерної стрічки приводні станції конвеєрів мусять бути обладнані тепловими датчиками, що блокуються з повідною конвеєра;

– для виключення перегріву підшипників необхідно своєчасно контролювати їх температуру і своєчасно змащувати;

– всі металеві частини транспортерів мають бути заземлені;

– конвеєрні лінії мусять мати справні пристрої відключення при аварійних ситуаціях;

– будівельні конструкції і обладнання необхідно своєчасно очищати від відкладень пилу.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при роботі пневмотранспорту:

– вентилятори і компресори, що приводять у рух робоче середовище, мають бути правильно підібрані за характеристиками;

– швидкість руху газу в системах пневмотранспорту має підтримуватися в межах 8 - 35 м/с;

– в якості робочого газу в окремих випадках необхідно використовувати інертний газ;

– мають застосовуватися блокування, що припиняють надходження до системи продукту при зупинці компресора або вакууму;

– для контролю руху продукту необхідно застосовувати спеціальні пристрої і розробляти заходи, які виключають забивання трубопроводів матеріалом, що транспортується;

– повітроводи, продуктопроводи, пиловловлювачі мають бути заземлені не менше, ніж у двох місцях;

- у системах пневмотранспорту необхідно застосовувати автоматичні швидкодіючі заслінки, що обмежують розповсюдження пожежі;
- трубопроводи і циклони для збору відходів мають бути обладнані противибуховими пристроями;
- технологічне обладнання мусить мати пристрій дистанційного відключення при пожежі;
- циклони для збору горючих відходів виробництва необхідно розміщувати за межами будівель.

11.4 Пожежна безпека процесів зберігання горючих газів

У промислових умовах ГГ зберігають в газгольдерах, резервуарах і балонах.

Газгольдер – це інженерна споруда, яка призначена для зберігання, регулювання подачі газів до системи газопостачання, в технологічне обладнання, а також для змішування газів різних концентрацій або складів. Залежно від вживаного тиску газгольдери підрозділяють на два класи: низького (до 0,07) і високого (від 0,07 до 3 МПа) тиску. Газгольдери низького тиску, як правило, є газгольдерами постійного тиску і за своїми технологічними і конструктивними особливостями можуть бути підрозділені на дві групи: мокрі й сухі.

Сухі газгольдери можуть бути змінного й постійного об'єму. Сухі газгольдери змінного об'єму складні в експлуатації, а також характеризуються підвищеною пожежною небезпекою, що обмежує їх застосування.

Мокрі газгольдери за конструкцією можуть бути одноланковими і багатоланковими.

Пожежна небезпека газгольдерів полягає в можливості утворення горючого середовища як усередині газгольдера і його комунікацій, так і в будівлі, де встановлений газгольдер. Усередині заповненого газом газгольдера утворення горючого середовища неможливе, оскільки в газгольдері і газопроводах тиск завжди вище атмосферного, це виключає проникнення в газгольдер повітря. Підсос повітря відбувається лише при вакуумі, що виникає в результаті повного спорожнення газгольдера, заклинювання дзвону, інтенсивного примусового відкачування газу в кількості, що перевищує його надходження, або розчинення газу у воді при тривалому його зберіганні. Причинами заклинювання дзвону є заклинювання роликів, сильне обмерзання стінок газгольдера, а також посилене споживання газу компресорами або вентиляторами.

Вихід газу з газгольдерів до приміщення або в атмосферу можливий в результаті: витоку газу через нещільність швів і гідрозатворів дзвону і ланок; витоку води з резервуару або гідрозатворів; різкого підвищення тиску газу, який може призвести до викиду води і газу через затвори; наявності нещільності у фланцевих з'єднаннях і сальниках замочної арматури; переповнювання газгольдерів ГГ при несправності систем автоматичного блокування для відключення установок нагнітання газу; сильних перекосів і заклинювання дзвону і ланок, які призводять до одностороннього оголення затворів.

Причинами перекосу дзвону можуть бути: нерівномірне осідання фундаменту, деформація дзвону і телескопів, нерівномірне розташування вантажів, швидке наповнення або спорожнення газгольдера, замерзання гідрозатворів або стінок га-

згольдера, заїдання роликів при їх русі по направляючим. Витоки газу можуть відбуватися також при підвищенні тиску в момент включення окремих ланок, оскільки початкове зрушення з місця дзвону і ланок вимагає великого додаткового зусилля. Ці поштовхи збільшуються при неточному монтажі роликів, поганому змащуванні і заїданні їх, при швидкому наповненні газгольдера і перекосах.

Вибухи і пожежі газгольдерів можуть відбуватися у момент їх ремонту і в період пуску після ремонту (включення газгольдера в мережу і наповнення його газом). Горюче середовище може утворитися при неповному видаленні газу з системи, відсутності або недостатньому часі продування, негерметичному відключенні комунікацій від газгольдера.

Основними джерелами запалювання в газгольдерах можуть бути:

- іскри механічного походження, що висікаються при ударах рухомих частин газгольдерів об їх нерухомі частини, а також при проведенні профілактичних і ремонтних робіт;
- самозагоряння сульфідів заліза, що утворились на стінках газгольдера;
- розряди атмосферної і статичної електрики;
- зварювальні й інші вогневі ремонтні роботи.

Розповсюдження пожежі в газгольдерах відбувається через парогазоповітряну хмару і характеризується високою швидкістю розмаху за площею, швидкоплинністю процесів руйнування технологічного обладнання, витіканням ГГ, значним тепловим випромінюванням і загазованістю прилеглої території.

Для зберігання скраплених горючих газів (далі - СГГ) застосовують горизонтальні циліндрові або кульові резервуари. Усередині резервуарів горючі концентрації не утворюються через відсутність повітря, оскільки весь їх вільний об'єм заповнений СГГ, що знаходиться під надмірним тиском. Горючі суміші ГГ з повітрям можуть утворитися тільки при постановці резервуарів на ремонт та при їх первинному пуску.

Основною небезпекою є вихід ГГ через нещільність і пошкодження в резервуарах. При виході назовні СГГ інтенсивно випаровуються і загазовують великі території. СГГ важчі за повітря, тому їх пари скупчуються в низьких місцях, розтікаються по землі за напрямком вітру, утворюючи зони вибухонебезпечних концентрацій. СГГ мають підвищену здібність до електризації.

Джерелами запалювання при зберіганні СГГ можуть бути іскри при розрядах статичної або атмосферної електрики, використанні сталевого іскроутворюючого інструменту, несправності електрообладнання, самозагоряння пірофорних з'єднань, відкритий вогонь.

Розповсюдження пожежі в місцях зберігання СГГ відбувається по парогазоповітряній хмарі, поверхні СГГ, що розлився, трубопроводам промислової каналізації, через дверні, віконні і технологічні отвори компресорних і насосних. Пожежі, що виникають на складах СГГ, характеризуються високою швидкістю розвитку за площею, швидкоплинністю процесів руйнування технологічного обладнання, витіканням значної кількості СГГ і загазованістю прилеглої території.

У балонах газ може знаходитися в стисненому, скрапленому або розчиненому станах і зберігатися під різним тиском. Так, стислі гази (азот, водень, кисень, метан, окисел вуглецю) зберігають під тиском 15 МПа, скраплені гази (вуглекислий

газ, аміак, хлор, пропан, пропілен, бутан, бутилен, природний скраплений газ) - під тиском 0,65-12,5 МПа, в розчиненому стані (ацетилен) під тиском 1,6 МПа.

Пожежна небезпека сховищ балонів характеризується пожежонебезпечними властивостями газів, що зберігаються в балонах, високим тиском газу, кількістю балонів, заповнених газами, можливістю створення горючих концентрацій при витоках ГГ з балонів і можливістю вибухів балонів.

Витоки газів з балонів відбуваються при пошкодженні балонів в результаті їх переповнювання, динамічних дій, конструктивних дефектів, а також при несправності вентилів. Зазвичай балони вибухають за відсутності усередині їх вибухонебезпечної концентрації, причому небезпека вибуху не виключається, навіть при зберіганні негорючих газів. Вибухи балонів викликаються недоброякісністю металу, корозією, ударами (падіння балонів, удари їх один в один), дією високих і низьких температур, а також самозайманням і електризацією газу.

Джерелами запалювання в місцях зберігання балонів можуть бути іскри при ударах металу в метал, іскри і теплота при несправності електрообладнання, відкритий вогонь (застосування паяльних ламп, паління і т.п.).

Розповсюдження виниклої пожежі в місцях зберігання балонів з газом відбувається через газоповітряну хмару і характеризується високою швидкістю розмаху за площею, швидкооплинністю процесів руйнування балонів з газом, витіканням великої кількості ГГ, значною тепловою радіацією і загазованістю прилеглої території.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при зберіганні ГГ в газгольдерах:

- на газгольдерах має забезпечуватися і контролюватися не рідше за два рази на рік герметичність корпусу, дзвону, затворів;

- засоби сигналізації про перекіс дзвону газгольдера, мінімальній і максимальній кількості газу, а також автоматичні пристрої, що припиняють подачу газу в газгольдер при досягненні граничних значень, мають утримуватися в справному стані;

- верхня частина газгольдерів, що піддається нагріванню сонячними променями, мусить мати колірне забарвлення з коефіцієнтом віддзеркалення не менше 50 %;

- ГГ, що поступає в газгольдер, має контролюватися на вміст кисню;

- для запобігання утворенню горючих концентрацій усередині установки під час пуску газгольдера продувають систему газгольдер-газопровід інертними газами;

- для захисту від корозії внутрішні і зовнішні поверхні газгольдерів мають бути пофарбовані;

- всі газгольдери мають бути обладнані пристроєм для скидання (при їх переповнюванні) газу в атмосферу або на факел;

- необхідно контролювати рівень води в гідравлічних затворах дзвону і в басейні газгольдера;

- у холодний час має бути забезпечений постійний обігрів гідравлічних затворів і басейну газгольдерів, розташованих зовні будівель. Для обігріву допускається застосовувати тільки водяну пару;

- перед ремонтом газгольдер має відключатися від системи за допомогою заглушок і продуватися інертним газом.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при зберіганні СГГ в резервуарах:

– на кожен резервуар з СГГ має бути складена технологічна карта, в якій указуються номер резервуару, його призначення, максимальний рівень наливання (надземні резервуари мусять заповнюватися скрапленими газами не більше ніж на 85% геометричного об'єму, а підземні – 90%), максимальний залишок, швидкості наповнення і спорожнення, а також максимальна температура підігріву продукту, якщо в резервуарі зберігається продукт, що вимагає підігріву;

– у процесі експлуатації резервуарів, ємностей з СГГ має бути встановлений контроль за їх герметичністю, станом сифонових кранів, прокладок фланцевих з'єднань, сальникових ущільнень;

– для запобігання дії сонячних променів, наземні резервуари для зберігання СГГ мають бути пофарбовані світлою фарбою;

– резервуари перед першим заповненням скрапленим газом мусять продувати інертним газом або парою скрапленого газу;

– при звільненні резервуара від газу його необхідно продути водяною парою або інертним газом до витіснення всього скрапленого газу;

– продування резервуарів повітрям після спорожнення їх від скрапленого газу категорично забороняється, оскільки при цьому може відбутися вибух в результаті самозаймання відкладених на стінках пірофорних відкладень;

– резервуари для скраплених газів необхідно оснащувати показчиками рівня рідини, манометрами, запобіжними клапанами, незамерзаючими дренажними клапанами;

– на кожному резервуарі необхідно вмонтовувати не менше двох запобіжних клапанів. Кожен запобіжний клапан мусять мати відведення зі свічкою;

– замочна і регулююча апаратура, яка встановлюють на трубопроводах для зріджених газів, має бути сталевую.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при зберіганні ГГ в балонах:

– балони мають розраховуватися і виготовлятися за нормативною документацією, узгодженою в установленому порядку;

– на верхній сферичній частині кожного балона мають бути вибиті: товарний знак виробника, номер балона, фактична маса порожнього балона (кг), дата (місяць, рік) виготовлення і рік наступного огляду, робочий тиск P , МПа (кгс/см²), пробний гідравлічний тиск $P_{пр}$, МПа (кгс/см²), місткість балонів, л;

– зовнішня поверхня балонів мусить бути пофарбована відповідно до нормативних документів;

– при експлуатації балонів газ, що знаходиться в них, забороняється витрачати повністю. Залишковий тиск газу в балоні має бути не менше 0,05 МПа;

– забороняється наповнювати газом балони, в яких: закінчився термін призначеного огляду і перевірки пористої маси, пошкоджений корпус балона, несправні вентиля, відсутні належний колір або написи, відсутній надмірний тиск газу і встановлені клейма;

– переміщення балонів має проводитися на спеціально пристосованих для цього візках або за допомогою інших пристроїв, транспортування і зберігання балонів необхідно проводити з наверненими ковпаками.

11.5 Пожежна безпека для процесів зберігання горючих рідин в резервуарах

Для зберігання горючих рідин застосовуються металеві, залізобетонні і з синтетичних матеріалів резервуари. Резервуар – це стаціонарна посуда, призначена для зберігання газоподібних, рідких і інших речовин. Найбільш поширені сталеві резервуари. Застосовуються наступні типи сталевих резервуарів:

- вертикальні циліндрові із стаціонарним дахом;
- вертикальні циліндрові з плаваючим дахом;
- вертикальні циліндрові з понтоном;
- горизонтальні.

Резервуари можуть встановлювати під землею або над землею. Резервуари відносяться до підземних (заглиблених у ґрунт або обсипаних ґрунтом), якщо найвищий рівень рідини в резервуарі не нижче ніж на 0,2 м нижньої планувальної відмітки прилеглого майданчика (в межах 3 м від стінки резервуара), а до наземних – якщо вони не відповідають вказаним вище умовам. Найбільшого поширення набули вертикальні сталеві циліндрові резервуари з плоскими, конічними і сферичними дахами і плоскими днищами.

Пожежну небезпеку резервуарів визначають пожежонебезпечними властивостями горючих рідин, що зберігаються, їх значними об'ємами, можливістю утворення парогазоповітряної хмари під час великих і малих «дихань».

Оцінку горючості пароповітряної суміші в газовому просторі резервуарів залежно від умов їх експлуатації проводять за температурними або концентраційними межами розповсюдження полум'я горючих рідин, що зберігаються в резервуарі.

Джерелами запалювання в резервуарах при зберіганні в них горючих рідин, можуть бути іскри при розрядах статичної або атмосферної електрики, використанні сталевих іскроутворюючого інструменту, несправності електрообладнання, samozагорянні пірофорних з'єднань і при наявності відкритого вогню.

Розповсюдження пожежі в резервуарах з горючими рідинами відбувається поверхнею горючої рідини, що розлилася, трубопроводами промислової каналізації, технологічними отворами. Пожежі, що виникають в резервуарах, характеризуються високою швидкістю розмаху за площею, швидкоплинністю процесів руйнування резервуарів, розливом великої кількості горючої рідини на значній площі.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при зберіганні горючих рідин в резервуарах:

- відповідно до проекту на резервуари встановлюють наступне обладнання: дихальні клапани; вогняні запобіжники; диски-відбивачі; прилади контролю і сигналізації; хлопаки; піногенератори; сифоновий водоспускний кран; вентиляційні патрубки; люки-лази; люк світловий; люк вимірвальний; приймально-роздавальні патрубки;

- дихальна арматура, що встановлена на даху резервуара, має бути відрегульована на проектний тиск, а правильність її роботи перевірена відповідно до інструкцій з їх експлуатації;

- основне обладнання і арматура мають піддаватися профілактичному огляду в установлені терміни. Результати огляду і несправності, що усуваються, заносять до журналу. Терміни огляду: дихальний клапан – відповідно до інструкції заводу-виготовлювача, але не рідше двох раз на місяць у теплу пору

року і не рідше за одного разу на 10 днів при мінусовій температурі навколишнього повітря. При температурі навколишнього повітря нижче -30°C (особливо при зберіганні нафтопродуктів з плюсовими температурами) шар інею може досягати декількох сантиметрів, що може призвести до заклинювання тарілок і перекриття перерізу клапана. У таких випадках огляд і очищення клапанів необхідно проводити через 3 – 4 дні, а іноді і частіше;

- гідравлічний (запобіжний) клапан – відповідно до інструкції заводу-виготовлювача, але не рідше двох разів на місяць в теплу пору року і не рідше одного разу на 10 днів при – мінусовій температурі навколишнього повітря; вогняний запобіжник – при плюсовій температурі повітря – один раз на місяць, а при мінусовій температурі – один раз на 10 днів; пінокамери і піногенератори – один раз на місяць; прилад для вимірювання рівня – відповідно до інструкції заводу-виготовлювача, але не рідше одного разу на місяць;

- продуктивність наповнення (спорожнення) резервуара має суворо відповідати пропускній спроможності встановлених дихальних і запобіжних клапанів або вентиляційних патрубків. При збільшенні продуктивності наповнення (спорожнення) резервуарів необхідно дихальну арматуру необхідно привести у відповідність з новими значеннями продуктивності;

- максимальний рівень продукту необхідно контролювати сигналізаторами рівня, яких має бути мінімум два;

- укіс підстави має бути покритий негорючим матеріалом;

- кожна група наземних резервуарів мусить бути захищена суцільним земляним валом шириною по верху не менше 0,5 м або стіною, розрахованими на гідростатичний тиск рідини, що розлилася. Висота зовнішньої огорожі групи резервуарів має бути на 0,2 м вище за рівень розрахункового об'єму рідини, що розлилася, але не менше 1 м для резервуарів місткістю до 10000 м^3 і 1,5 м для резервуарів місткістю 10000 м^3 і більше;

- для зниження пожежної небезпеки необхідно: забезпечувати повну герметизацію даху, тиск в резервуарі підтримувати на рівні проектного;

- максимально заповнювати резервуар; фарбувати зовнішню поверхню резервуара світлими емаллями і фарбами; застосовувати теплоізоляцію резервуарів;

- очищення резервуарів від пірофорних відкладень необхідно проводити згідно з графіком, затвердженим керівником підприємства з дотриманням вимог пожежної безпеки при виконанні цих видів робіт;

- резервуар приймають в експлуатацію після випробування на герметичність і міцність з повністю встановленим обладнанням після зовнішнього огляду і перевірки відповідності представленої документації і вимог проекту

11.6 Пожежна безпека при зберіганні твердих горючих матеріалів

Горючі тверді речовини зберігають у штабелях і на стелажах, як в спеціальних будівлях, приміщеннях і спорудах, так і на відкритих майданчиках, у тому числі і під навісами. Неправильне зберігання горючих речовин може викликати пожежу і підсилювати небезпечні чинники пожежі.

Для виключення таких проявів мають враховуватися сумісність зберігання речовин і однорідність засобів гасіння. Сумісність зберігання визначають влас-

тивостями речовин і матеріалів. Речовини і матеріали можуть бути сумісними або несумісними один з одним при зберіганні. Несумісними називають речовини і матеріали, що взаємодіють один з одним з утворенням небезпечних речовин. Однорідність засобів гасіння виключає взаємодію речовин і матеріалів з вогнегасними речовинами при гасінні пожежі.

Для виключення можливості виникнення пожежі при зберіганні, речовини і матеріали розділили на такі розряди: безпечні, малонебезпечні, небезпечні і особливо небезпечні. До безпечних відносять негорючі речовини і матеріали в негорючій упаковці. Ці речовини в умовах пожежі не виділяють небезпечних продуктів розкладання. До малонебезпечних відносять горючі і важкогорючі речовини і матеріали, які не відносяться до безпечних. До небезпечних відносяться речовини і матеріали з властивостями, які можуть призвести до вибуху і пожежі.

До особливо небезпечних відносяться небезпечні речовини і матеріали, які несумісні з речовинами і матеріалами однієї з ними категорії. Залежно від розряду речовини і матеріалу призначаються умови його зберігання.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при зберіганні твердих горючих матеріалів:

- у складах речовини і матеріали зберігають на стелажах або в штабелях;
- між стелажами і штабелями мають дотримуватися проходи шириною не менше 0,8 м;
- проходи і місця штабельного зберігання в складах мають бути позначені на підлозі обмежувальними лініями;
- при розміщенні матеріалів у складі мають враховуватися сумісність зберігання і однорідність вогнегасних засобів;
- несумісні речовини і матеріали мають зберігатися роздільно;
- горючі речовини незалежно від агрегатного стану необхідно зберігати окремо від окислювачів;
- безпечні речовини і матеріали можна зберігати в приміщеннях або на майданчиках будь-якого типу.

11.7 Пожежна безпека технологічних трубопроводів з горючими газами і горючими рідинами

Трубопроводами є системи, які зібрані з труб круглого перерізу. Для управління роботою і забезпечення нормальних умов експлуатації, трубопроводи забезпечують приладами для вимірювання температури і тиску середовища, показниками витрати, замочною, регулюючою, запобіжною арматурою і, при необхідності, компенсаторами. Рух робочого середовища трубопроводом забезпечується роботою насосів, компресорів, вентиляторів, вакууму. У деяких випадках для переміщення рідин використовують самотливні трубопроводи, що працюють за рахунок перепаду рівнів рідини (зливні лінії зливо-наливних естакад, аварійні зливи, виробнича каналізація).

Залежно від умовного тиску технологічні трубопроводи підрозділяють на трубопроводи низького (до 10 МПа) і високого тиску.

Пожежна небезпека трубопроводів з ГГ і горючими рідинами, що працюють під тиском, обумовлена можливістю виходу горючих продуктів назовні із за утворення нещільності і пошкоджень. Причинами утворення нещільності і

пошкоджень можуть бути: підвищення тиску в трубах понад допустимі значення; корозія матеріалу труб продуктами і зовнішнім середовищем; температурні деформації; вібрація і гідравлічний удар. Крім того, причинами появи нещільності і пошкоджень є неправильна підготовка трубопроводів до ремонту і пуску після ремонту: роз'єднання фланців і зняття заглушок на трубопроводах з продуктами під тиском; відсутність або нещільна установка заглушок; залишення дренажних пристроїв у відкритому стані. Найнебезпечнішими ділянками витоків в трубопроводах є фланцеві з'єднання.

При прокладці трубопроводів в каналах (технологічних лотках) створюються умови для прихованого розтікання горючих рідин і газів і швидкого розповсюдження вогню при пожежі.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при експлуатації технологічних трубопроводів з ГГ і горючими рідинами:

- прокладку технологічних трубопроводів для переміщення ГГ і горючих рідин на території об'єктів слід передбачати наземним або надземним способом з розміщенням на естакадах, етажерках, стійках, опорах, виконаних з негорючих матеріалів. Не допускають прокладку кабелів і трубопроводів систем протипожежного захисту спільно з вказаними вище трубопроводами;

- технологічні трубопроводи з ГГ і горючими рідинами, що сполучають технологічний блок (установку, цех) з міжцеховими трубопроводами, мусять мати пристрої відключення на вході і виході з блока (установки, цеху);

- з метою ліквідації високої температурної напруги в трубопроводі рекомендується її самокомпенсація за рахунок улаштування поворотів, вигинів, рухомих опор. Якщо це виявляється недостатнім, застосовують компенсатори (лінзові, ліроподібні, сальникові);

- для зменшення небезпечних вібрацій трубопроводу слід установлювати буферні і акустичні ємкості безпосередньо у джерела пульсуючого тиску (поршневого насоса, поршневого компресора) або поблизу від нього, а також зменшувати до мінімуму число поворотів трубопроводу. Вібруючі ділянки не мусять мати жорсткого кріплення до конструкцій будівлі;

- у каналах необхідно передбачати через кожні 80 м гравієві відсипання (перемички) завдовжки не менше 4 м з ухилом до спеціальних колодязів, що приєднуються до промислової каналізації через гідравлічний затвор;

- газопроводи, в яких можливе утворення і скупчення конденсату, мусять обладнати відвідними пристроями, які захищаються від замерзання. Для випуску газів з трубопроводів з горючими рідинами передбачаються продувальні трубки. Для продування трубопроводів інертним газом або парою перед ремонтом передбачають продувальні штуцери;

- при прокладці трубопроводів крізь обвалування резервуарів з горючими рідинами в місці проходів труб мусить забезпечуватися герметичність;

- не допускається прокладка транзитних трубопроводів з ГГ і горючими рідинами над і під зовнішніми установками, будівлями, а також через них. Заборонена прокладка трубопроводів з горючими речовинами через побутові і адміністративні приміщення, електроприміщення, приміщення управління технологічними процесами, вентиляційні камери й інші приміщення аналогічного призначення;

- при підключенні декількох апаратів до загального колектора необхідно передбачати вимикаючі пристрої на кожному трубопроводовідводі до апарата;
- прокладка технологічних трубопроводів з ГГ, газовим конденсатом, горючими рідинами допускається через стіни, що розділяють суміжні вибухопожежонебезпечні приміщення, тільки в особливих випадках, які викликані вимогами технологічного процесу, і при обґрунтуванні. У місцях проходів через стіни трубопроводи мають мати герметизуючі пристрої, що виконані з негорючих матеріалів і забезпечують можливість горизонтального переміщення трубопроводів. На трубопроводах з боку введення має бути встановлена вимикаюча арматура;
- у закритих лотках і тунелях, де є трубопроводи з ГГ і горючими рідинами, необхідно встановлювати газоаналізатори;
- не допускаються до застосування для переміщення ГГ і горючих рідин трубопроводи, що виконані зі скла й інших крихких матеріалів, а також надземні трубопроводи з горючих і важкогорючих матеріалів (фторопласт, поліетилен, вінілпласт та ін.);
- при проектуванні трас технологічних трубопроводів слід по можливості передбачати мінімальну кількість роз'ємних з'єднань;
- необхідно до мінімуму скорочувати кількість фланцевих з'єднань, сполучаючи труби зваркою. Слід правильно вибирати матеріал для прокладок ущільнювачів, контролювати герметичність фланців;
- не допускається розташовувати фланцеві з'єднання над робочими майданчиками і місцями, які призначені для проходів людей і проїзду транспорту;
- як матеріали прокладок для фланцевих з'єднань необхідно застосовувати матеріали, що стійкі до переміщуваних середовищ і відповідають параметрам ведення технологічного процесу;
- слід передбачати захищену від руйнування теплоізоляцію технологічних трубопроводів, що виконують з негорючих матеріалів, а також захист трубопроводів від корозії, вторинних проявів блискавки і статичної електрики;
- над технологічними трубопроводами з горючими продуктами, що прокладені під лініями електропередач, необхідно передбачати захисні пристрої, виконані з негорючих матеріалів. Захисні пристрої мають виступати за крайні дроти лінії електропередач не менше ніж на 5 м;
- у виробничих цехах і на окремих установках мають бути вивішені схеми трубопроводів з позначенням розташування засувки, якими відключають надходження продукту при пожежі.

ЛЕКЦІЯ 12. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ

Питання для розгляду на лекції:

12.1 Пожежна безпека процесів нагрівання водяною парою.

12.2 Пожежна безпека процесів нагрівання високотемпературними теплоносіями.

12.3 Пожежна безпека процесів нагрівання полум'ям і топковими газами.

12.4 Пожежна безпека процесів охолодження речовин і матеріалів.

Проведення багатьох технологічних процесів, реалізованих в апаратах, часто буває пов'язано з необхідністю підведення або відведення теплоти.

Процеси підведення (відведення) теплоти називають тепловими і є одними з найбільш поширених процесів у промисловості і сільському господарстві. Нагрівання необхідне для прискорення хімічних реакцій, концентрації (випаровування) розчинів, перегонки, сушки й інших процесів.

Охолодження застосовують для конденсації пари, кристалізації, розділення газових сумішей, скраплення газів і в інших процесах.

Для нагрівання речовин і матеріалів можуть використовуватися як прямі джерела тепла, так і проміжні теплоносії. Як прямі джерела теплової енергії на підприємствах використовують топкові (димові) газы. Непрямий нагрів проводять з використанням теплоносіїв, до яких відносяться: гаряча вода; водяна пара; гаряче повітря; топкові газы; високотемпературні теплоносії; гарячі продукти виробництва. Теплоносій має забезпечувати достатньо високу інтенсивність теплопередачі. Тому він мусить володіти високими значеннями щільності, теплоємності і теплоти паротворення, низькою в'язкістю. Теплоносій віддає надмірне тепло і сам при цьому охолоджується. Підведення тепла до продуктів, що нагріваються, здійснюють теплопровідністю, конвективним і радіаційним теплообміном, індукцією, а частіше – комбінацією згаданих вище способів.

Пряме охолодження речовин здійснюють за допомогою холодильних агентів (хладагентів). Для охолодження речовин застосовують атмосферне повітря, воду, холодильні розсоли та антифризи, охолоджені насадки, холодні продукти виробництва. Холодоагент, приймаючи тепло, охолоджує речовини і матеріали. Відведення тепла від охолоджуваних продуктів здійснюють, в основному, теплопровідністю і конвективним теплообміном.

У промисловості найчастіше застосовується нагрів речовин водяною парою, відкритим вогнем і високотемпературними теплоносіями, а охолодження – холодильними розсолами, повітрям і водою.

12.1 Пожежна безпека процесів нагрівання водяною парою

Насичену водяну пару зазвичай застосовують при тиску до 1,0 - 1,2 МПа, що відповідає температурам нагрівання до 190 °С. Застосування цього способу нагрівання обумовлене багатьма достоїнствами насиченої водяної пари як теплоносія, серед яких необхідно відзначити високий коефіцієнт тепловіддачі; велика кількість теплоти, що виділяється при конденсації пари; рівномірність обігріву; можливість тонкого регулювання температури нагрівання шляхом зміни тиску пари; можливість передачі пари на великі відстані.

Основний недолік водяної пари, що обмежує її практичне застосування, - це значне зростання тиску із збільшенням температури. Унаслідок цього застосування насиченої пари у випадках, коли необхідне отримання високих температур при низькому тиску, утруднено.

При нагріванні насиченою водяною парою розрізняють «гостру» і «глуху» пару. При нагріванні «гострою» парою, останню вводять безпосередньо в продукт, що нагрівається. Цей спосіб нагріву використовують у тих випадках, коли допустиме змішування середовища, що нагрівається, з конденсатом, що утворюється при конденсації пари. При нагріві «гострою» парою краще використовується ентальпія пари, оскільки паровий конденсат змішується з рідиною, що нагрівається, внаслідок чого їх температури вирівнюються. До того ж при введенні «гострої» пари через барботер (трубу, що закрита з кінця, розташованого на дні апарата, й забезпечену значним числом дрібних отворів) відбувається не тільки нагрівання рідини, але і інтенсивне її перемішування.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні процесів нагрівання водяною парою і експлуатації теплообмінних апаратів:

- теплообмінні апарати мають розміщуватися на відкритих майданчиках з твердим покриттям і ухилами для змивання водою продукту, що розлився;
- майданчик для теплообмінних апаратів має захищатися суцільним бортом заввишки не менше 0,15 м;
- теплообмінні апарати необхідно обладнувати приладами контролю і регулювання температури і тиску;
- при експлуатації теплообмінних апаратів необхідно здійснювати контроль герметичності з'єднань;
- очищення і продування міжтрубного і трубного простору теплообмінних апаратів мають проводитися водяною парою;
- просочена горючими речовинами теплоізоляція теплообмінних апаратів має своєчасно замінюватися;
- планово-запобіжні огляди і ремонт теплообмінних апаратів мають здійснюватися згідно з розробленим графіком;
- теплообмінні поверхні апаратів при їх експлуатації мають своєчасно очищатися від відкладень;
- при експлуатації теплообмінних апаратів необхідно здійснювати контроль вмісту горючих речовин в негорючому теплоносії. Періодичність контролю має бути вказана у виробничій інструкції;
- не допускається зниження рівня нагріву горючої рідини в теплообмінному апараті й оголення поверхні теплообміну, щоб уникнути її перегріву;
- необхідно дотримуватись установлені періодичності контролю стану трубок, трубної дошки і міжтрубного простору кожухотрубних теплообмінників. Відглушення несправних трубок не має впливати на нормовані параметри технологічного процесу;
- розігрівання (при пуску) і охолодження (при зупинці) теплообмінних апаратів необхідно проводити плавно, щоб уникнути пошкодження від температурної напруги;

– необхідно контролювати режими зупинки на ремонт і пуску після ремонту. Перед зупинкою на ремонт з теплообмінного апарату необхідно повністю видаляти горючу рідину.

12.2 Пожежна безпека процесів нагрівання високотемпературними теплоносіями

У виробництвах хімічної промисловості для нагріву речовин до температури 200 – 400 °С використовують установки з високотемпературними теплоносіями (далі - ВТ).

ВТ розділяються на три основні групи: органічні (далі - ВОТ), іонні і рідкометалеві. До групи ВОТ відносяться індивідуальні органічні речовини (етиленгліколь, гліцерин, нафталін і його похідні), продукти хлорування дифенілу і поліфенолів і багатокомпонентні ВОТ, зокрема ароматизовані і неароматизовані мінеральні масла (компресорне, циліндрове). Найбільшого застосування в технологічних процесах в якості ВОТ здобула дифенілова суміш (26,5% дифенілу, 73,5% дифенілового ефіру), яка володіє високою термічною стійкістю аж до температури кипіння. Вона не надає корозуючої дії на сталь, тому вибір конструкційного матеріалу при її використанні не представляє труднощів. Суміш неотруйна, горить полум'ям, що сильно коптить. Її можна погасити струменем водяної пари.

Групу іонних високотемпературних теплоносіїв утворюють кремнійорганічні рідини (силікони) і розплави солей або їх сумішей. Теплоносії даної групи зазвичай застосовують у рідкому стані, вони відрізняються малою токсичністю і агресивністю щодо конструкційних матеріалів. Гранична температура, яку визначають термічною стійкістю цих теплоносіїв, лежить в районі 550 °С.

Для нагрівання при атмосферному тиску до температури 500-540 °С застосовують нітрит-нітратну суміш, що містить 40% NaNO_2 , 7% NaNO_3 і 53% KNO_3 .

Як рідкометалеві ВТ застосовують літій, калій, ртуть, сплави натрію і калію. В якості ВТ ці метали застосовують у рідкому і пароподібному станах. Серед ВТ рідкі метали мають найвищу термостійкість, проте вони надають найбільшу агресивну дію на конструкційні матеріали. Тому верхню температурну межу застосування рідкометалевих теплоносіїв визначають максимально допустимою температурою корозійної стійкості матеріалу по відношенню до даного теплоносія. Крім того, пари металевих теплоносіїв украй отруйні, що обмежує їх застосування в технологічних процесах.

Вимоги пожежної безпеки при проведенні процесів нагрівання речовин високотемпературними теплоносіями:

- необхідно суворо витримувати рецептуру складу при приготуванні ВОТ;
- не допускати зберігання і приготування нерозплавлених і рідких компонентів ВОТ в котельній з вогняним обігрівом;
- при експлуатації системи обігріву необхідно стежити за циркуляцією теплоносія, температурним режимом котла і теплообмінних апаратів. Швидкість підвищення температури не має перевищувати встановлену в інструкції;
- необхідно забезпечувати видалення летючих речовин, що утворюються при розкладанні ВОТ у процесі експлуатації установок;

– необхідно здійснювати контроль пожежонебезпечних властивостей у процесі експлуатації установки обігріву ВОТ. При обігріві ароматизованим маслом температуру спалаху масла слід перевіряти не рідше одного разу на два дні, а температуру самозаймання не рідше одного разу на місяць;

– щоб уникнути перегріву рідини, її розкладання і прогару теплообмінної поверхні апаратів, рівень теплоносія в апараті має бути не нижче встановленої межі;

– системи обігріву мусять бути обладнані пристроями аварійного зливу ВОТ.

12.3 Пожежна безпека процесів нагрівання полум'ям і топковими газами

У машинобудівній, металургійній, нафтовій і хімічній промисловості при перегонці нафти і мазуту, термічному і каталітичному крекінгах, піролізі, дегідруванні, гідроочищенні вуглеводнів, розгоні кам'яновугільних і деревних смол і т.п. для нагрівання речовин до температур 1000 – 1100 °С застосовують вогняний обігрів (нагрівання полум'ям і топковими газами). Топкові гази також використовують для нагріву проміжних теплоносіїв (гарячої води, водяної пари), які потім використовують в теплообмінній апаратурі як теплоносії.

Для нагрівання полум'ям і топковими газами застосовують трубчасті печі, які за принципом дії можуть бути безперервної або періодичної дії; полуменового горіння або безполуменового горіння, можуть працювати на газоподібному або рідкому паливі. Усі трубчасті печі мають принципово однаковий устрій. Основними елементами трубчастої печі є: каркас, цегляна кладка; форсунки, пальники; труби й двійники.

Пожежна небезпека трубчастих печей характеризується постійною циркуляцією по зміювиках значної кількості горючої рідини, що нагрівається до високої температури (вище за температуру самозаймання) і знаходиться під великим внутрішнім тиском, а також наявністю в топковому просторі джерел відкритого вогню. Одночасно в зміювиках трубчастої печі може знаходитися від 3 – 15 т горючої рідини, що знаходиться під великим тиском і при високій температурі. При виході назовні з печі продукт відразу ж запалає, якщо його температура перевищує температуру самозаймання. В іншому випадку продукт може інтенсивно випаровуватися і запалає після того, як пара його буде затягнута в топковий простір. Розтікаючись по майданчику і потрапляючи до траншеї і каналізації, продукт, що горить, приводить до розповсюдження вогню на сусідні апарати і навіть на сусідні установки.

Потрапляючи із зміювиків всередину печі, продукт викликає інтенсивне горіння, яке може призвести до деформації труб зміювика, обсунення стін і споруд, пошкодження димових каналів і димаря. У цьому випадку вогонь і дим вибиватимуться зі всіх отворів назовні, і будуть перегрівати каркас, викликаючи його деформацію.

При експлуатації трубчастих печей можливі: вибухи і пожежі в топковому просторі; пожежі поза піччю. Причини вибухів у топковому просторі печей різні. Головним чином вибухи в топковому просторі трубчастих печей можуть відбуватися під час розпалювання форсунок.

Пожежі в топковому просторі печей виникають найчастіше в результаті прогару або розриву труб. Пошкодження труб зміювика є однією з найбільш сильних аварій печі.

Трубопроводи, що знаходяться в печі, схильні до нерівномірної теплової дії. Середня температура в радіантній камері приблизно дорівнює 950 – 1000 °С, а в конвекційній камері – 500 – 600 °С. Отже стінки радіантних труб нагріваються до вищої температури, ніж стінки конвекційних труб.

Висока температура поверхні трубопроводу викликає термічне розкладання прилеглих до неї шарів рідини. У результаті термічного розкладання утворюється твердий пористий продукт - кокс, що відкладається на поверхні труби. Чим вище температура, тим інтенсивніше утворення коксу. Утворення коксу в трубах залежить не тільки від температурного режиму роботи, але і від швидкості руху продукту трубами.

Сильне хімічне або механічне зношення матеріалу труб може призвести до їх розриву навіть при нормальному тиску і тим більше це можливо при підвищеному тиску.

Причиною посиленої корозії металу із зовнішнього боку труб (з боку топкового простору) є порушення нормального режиму топки, тобто робота з підвищеним коефіцієнтом надлишку повітря, з надмірною кількістю палива або робота на підвищених температурних режимах проти нормального режиму.

Посилену корозію металу з внутрішньої сторони труб, тобто з боку продукту, викликає наявність у рідині, що нагрівається, підвищеної кількості шкідливих хімічних домішок.

Внутрішній тиск у системі підвищується при порушенні нормального режиму роботи насосів, подачі продукту поршневими насосами в закоксовані змійовики, несправності редуційного клапана і т.п.

Інтенсивне горіння всередині топкового простору, свого роду пожежа, виникає також при потраплянні у піч горючої рідини через газові форсунки. При роботі газових форсунок, особливо в зимовий час, в газовій лінії може утворитися значна кількість конденсату, який разом з газом поступатиме в топку. Попадання рідини в топку викликає викид вогню через наявні отвори назовні і різкий стрибок температури в печі, що призводить до часткового закоксовування труб.

Наявність відкритого вогню, розжареної кладки і високої температури поверхні труб і двійників роблять трубчасті печі вельми небезпечними і потужними джерелами запалювання для сусідніх апаратів з горючими речовинами.

Розповсюдження пожежі відбувається: при аварії, коли під великим тиском викидається назовні струмінь гарячого продукту, який відразу займається, або загазовує територію і, зайнявшись, дає спалах у великому об'ємі повітря, ушкоджуючи сусідні апарати; при пошкодженні комунікацій; з паливом, що вилилося, просоченій мазутом теплоізоляції труб і забрудненому майданчику перед фронтом форсунки.

Вимоги пожежної безпеки процесів нагрівання в трубчастих печах:

- при організації теплообмінних процесів з вогняним обігрівом необхідно передбачати заходи і засоби, що виключають можливість утворення вибухонебезпечних сумішей в елементах, що нагріваються, топковому просторі і робочій зоні печі;
- для протиаварійного захисту топкового простору нагрівальні печі мають оснащуватися системами регулювання заданого співвідношення палива, повітря і водяної пари; блокуваннями, що припиняють надходження газоподібного

палива і повітря при зниженні їх тиску нижче встановлених параметрів; засобами сигналізації про припинення надходження палива і повітря при примусовій подачі до топкового простору; засобами контролю за рівнем тяги і автоматичного припинення подачі паливного газу до зони горіння при зупинці димососу або неприпустимому зниженні розрідження в печі, а при компоновці пічних агрегатів з котлами-утилізаторами – системами по переведенню роботи агрегатів без димососів; засобами подачі в топковий простір речовин, що виключають можливість вибуху;

- не допускається експлуатація печей з відключеними і несправними системами протиаварійного захисту топкового простору і нагрівальних елементів;

- протиаварійний захист елементів (змійовиків) нагрівальних печей, що нагріваються, має забезпечуватися: аварійним звільненням змійовиків печі від рідкого продукту, що нагрівається, при пошкодженні труб або припиненні його циркуляції; блокуваннями з відключення подачі палива при припиненні подачі сировини; засобами дистанційного відключення подачі сировини і палива у випадках аварій в системах змійовиків; засобами сигналізації про падіння тиску (витрати) в системах подачі сировини;

- необхідно стежити за станом теплообмінної поверхні печі і при небезпеці пошкодження негайно вживати заходів, що запобігають її прогоранню або розриву;

- необхідно здійснювати нагляд за станом кладки, труб, трубних підвісок і опор печі. У разі несправності підвісок, деформації кладки, наявності свищів, експлуатація печі не допускається;

- підтяжку затискних болтів для ущільнення пробок двійників можна проводити тільки після зниження тиску в трубах до атмосферного;

- пристрої для спорожнення печей від горючих рідин, що нагріваються, при аварії і пожежі мусять знаходитися в справному стані;

- шафи двійників трубчастих печей мають мати справні металеві дверці, що щільно закриваються;

- пуск печі необхідно проводити, дотримуючись установленої інструкцією послідовності операцій;

- до розпалювання пальників допускається приступати тільки після продування паливного газопроводу інертним газом і внутрішнього об'єму печі водяною парою;

- на трубопроводах подачі рідкого й газоподібного палива на відстані не ближче 5 м від печі має бути встановлена засувка, що дозволяє одночасно припиняти подачу палива до всіх форсунок;

- для ізоляції печей з відкритим вогняним процесом від газового середовища, при аваріях на зовнішніх установках або в будівлях, печі мають бути обладнані паровою завісою, що включається автоматично і дистанційно. При включенні завіси має спрацьовувати сигналізація;

- між печами і відкритими вибухопожежонебезпечними установками слід розміщувати закриті будівлі з пожежобезпечною технологією, які використовуватимуть як захисні екрани.

12.4 Пожежна безпека процесів охолодження речовин і матеріалів

Окремі процеси хімічної технології відбуваються в умовах, коли виникає необхідність відведення теплоти (наприклад, при охолодженні газів, рідин або при конденсації пари). Охолодження здійснюють за допомогою охолоджуючих теплоносіїв (охолоджуючих агентів) у результаті теплообміну між ними і охолоджуванним середовищем. Найбільш поширеними хладагентами є вода і повітря, але разом з ними використовують і інші теплоносії – зокрема, низькотемпературні рідини. Охолодження водою використовують для досягнення температур охолоджуваного середовища на рівні 10 – 30 °С. При цьому, температура охолодження, що досягається, залежить від початкової температури води. Охолодження водою здійснюють головним чином в поверхневих і зрошувальних теплообмінниках (холодильниках).

Специфічні вимоги пожежної безпеки до процесів охолодження (холодильників):

- ємкості з холодоагентами слід зберігати в спеціальних складах; зберігання їх в машинних відділеннях не допускається;
- розміщення холодильних установок з охолодженням розсолу камер допускається тільки в машинному відділенні, в якому є вихід назовні або через коридор, який відокремлений від інших приміщень дверима;
- підігрів балонів із холодоагентами для прискорення наповнення системи не допускається. Балони з холодоагентом мають розміщувати на відстані не ближче 3 м від опалювальних приладів;
- у протипожежних поясах холодильних камер не дозволяється пробивати прорізи, пропускати труби, встановлювати кріплення, наклеювати горючі матеріали;
- у процесі експлуатації приміщень машинних і апаратних відділень аміачних холодильних установок не допускається зменшувати площу віконних прорізів, застосовувати замість звичайного скла склоблоки і склопрофіліт, а також здійснювати заміну передбаченої проектом негорючої ізоляції холодильних камер на горючу;
- під час профілактичних оглядів обладнання машинних і апаратних відділень аміачних холодильних установок мають застосовувати для освітлення переносні світильники у вибухозахищеному виконанні.

ЛЕКЦІЯ 13. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ

Питання для розгляду на лекції:

13.1 Пожежна безпека процесів сорбції.

13.2 Пожежна безпека процесів розділення горючих рідин.

Процесами масообміну називають такі процеси, в яких основну роль грає перенесення речовини з однієї фази в іншу.

Масообмінні процеси використовують в промисловості для вирішення завдань розділення рідких і газових гомогенних сумішей, їх концентрації, а також для захисту навколишнього природного середовища (перш за все для очищення стічних вод і газів, що відходять). З масообмінних процесів найбільшого поширення набули процеси сорбції і ректифікації.

13.1 Пожежна безпека процесів сорбції

Сорбція – це поглинання газів, пари і розчинених речовин твердими тілами і рідинами. Її застосовують для розділення газових і парових сумішей.

Розрізняють наступні види сорбції:

– *абсорбція* – процес поглинання пари або газів з газових або парогазових сумішей рідкими поглиначами – абсорбентами;

– *адсорбція* – процес поглинання одного або декількох компонентів з газової суміші або розчину твердою речовиною – адсорбентом;

– *хемосорбція* – поглинання однієї речовини іншими, що супроводжуються хімічною реакцією;

– *капілярна конденсація* – процес конденсації пари в капілярах твердої речовини.

Поглиначі, що використовуються для здійснення процесів сорбції, називають *сорбентами*. У основі процесів сорбції лежить вибіркова здібність до поглинання окремих компонентів суміші. Зворотний процес (процес виділення речовини з фази, що поглинула його) називається *десорбцією*.

13.1.1 Пожежна безпека процесів абсорбції

У промисловості абсорбцію застосовують для:

– отримання готового продукту (наприклад, абсорбція SO_3 у виробництві сірчаної кислоти, абсорбція HCl з отриманням хлороводневої кислоти, абсорбція оксидів азоту водою у виробництві азотної кислоти і т.д.);

– виділення цінних компонентів з газових сумішей (наприклад, абсорбція бензолу з коксового газу; абсорбція ацетилену з газів крекінгу або піролізу природного газу і т.д.);

– очищення газових викидів від шкідливих домішок (наприклад, очищення топкових газів від SO_2 , очищення від фтористих з'єднань газів, що виділяються при виробництві мінеральних добрив і т.д.) і осушення газів.

Абсорбція може бути *фізична* і *хімічна* (*хемосорбція*). При фізичній абсорбції поглинач (*абсорбент*) і газ (*абсорбтив*), що поглинається, хімічно не взаємодіють один з одним, а при хімічній – абсорбтив утворює з абсорбентом хімічну сполуку. Як абсорбенти застосовують воду, етаноламінові, миш'яководові, мідно-аміачні розчини, різні органічні продукти і інші рідини.

Фізична абсорбція зазвичай зворотна. На цій властивості процесів абсорбції засноване виділення поглиненого газу з розчину – *десорбція*. Десорбцію газу проводять відгоном його в струмі інертного газу або водяної пари в умовах підігріву абсорбенту або зниження тиску над абсорбентом. Відпрацьовані після хемосорбції абсорбенти зазвичай регенерують хімічними методами або нагріванням. Поєднання абсорбції і десорбції дозволяє багато разів застосовувати поглинач і виділяти поглинений газ у чистому вигляді.

Апарати, в яких проводять процеси абсорбції, називають абсорберами. В абсорберах забезпечується розвинена поверхня контакту. За способом утворення поверхні контакту абсорбери можна підрозділити на чотири групи: плівкові; насадкові; тарілчасті; розпилюючі.

При нормальній роботі абсорберів концентрація газопарової фази не знаходиться в межах займання, оскільки абсорбтив найчастіше зовсім не містить

кисню або його кількості настільки мало, що практично він не впливатиме на можливість утворення горючих концентрацій. Виняток становлять такі випадки, коли на поглинання в абсорбери поступають паро- або газоповітряні суміші. Оцінюючи небезпеку концентрації в проміжних ємкостях, тобто в ємкостях, де знаходиться насичений компонентом, що поглинається, абсорбент, необхідно враховувати не тільки наявність у них пари самого абсорбенту, але і тієї поглиненої пари або газу, що виділятиметься з абсорбенту. Концентрація суміші буде в межах займання

якщо:

$$\varphi_n \leq \varphi_p \leq \varphi_v,$$

де φ_p – робоча концентрація в апараті, % (об);

φ_n, φ_v – відповідно нижня і верхня концентраційні межі розповсюдження полум'я, %.

При заповненні проміжних ємкостей насиченим абсорбентом не виключається можливість утворення місцевих горючих концентрацій у місцях викиду пароповітряної суміші назовні через дихальні клапани.

При здійсненні процесів абсорбції специфічним джерелом запалювання є самозагоряння пірофорних з'єднань, які відкладаються на стінках апаратів. Інші групи джерел запалень, як правило, відсутні.

Розвитку пожежі сприяє розвинена мережа вентиляції й каналізації.

Пожежа може швидко набути великих масштабів, оскільки в результаті аварії можливий вихід назовні великої кількості горючої рідини і пари. Пара, що виходить назовні, може призвести до утворення вибухонебезпечних концентрацій в об'ємі приміщень або на території відкритих майданчиків.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні процесів абсорбції:

- основні апарати установок абсорбції слід розміщувати на відкритих майданчиках;
- на відкритих установках у зимовий час спускові й дренажні лінії, а також ділянки трубопроводів подачі замерзаючих рідин (води, лугу й інших рідин) мусять мати справне утеплення;
- абсорбери перед пуском мають бути оглянуті, перевірена справність і готовність до роботи всіх пов'язаних з ними апаратів і трубопроводів, справність контрольно-вимірювальних приладів, регуляторів температури і тиску в колоні, вимірників рівня рідини в нижній частині колоні, рефлюксних ємкостях і ємкостях залишку;
- прилади автоматичного контролю рівня рідини в сепараторах мають бути в справному стані. За відсутності стаціонарних приладів, має здійснюватися лабораторний контроль з періодичністю, яка визначена у виробничих інструкціях.

13.1.2 Пожежна безпека процесів адсорбції

Процеси адсорбції застосовують для освітлювання розчинів, очищення газів і рідин від домішок, уловлювання газів і пари з сумішей, уловлювання пари летючих розчинників із сумішей, зм'якшування води, витягання з розчинів слідів металів, очищення цукрових сиропів, ліків тощо.

Основними промисловими адсорбентами є пористі тіла, що володіють великим об'ємом мікропор. Властивості адсорбентів визначають природою матеріалу, з якого вони виготовлені, і пористою внутрішньою структурою. Адсорбенти характеризуються своєю поглинальною, або адсорбційною здатністю, ви-

значуваною максимально можливою концентрацією адсорбтива в одиниці маси або об'єму адсорбенту. Величина поглинальної здатності залежить від типу адсорбенту, його пористої структури, природи речовини, що поглинається, його концентрації, температури, а для газів і пари – від їх парціального тиску. Максимально можливу за даних умов поглинальну здатність адсорбенту умовно називають рівноважною активністю.

За хімічним складом всі адсорбенти можна розділити на вуглецеві й неуглецеві. До вуглецевих адсорбентів відносяться: активне (активоване) вугілля, вуглецеві волокнисті матеріали, а також деякі види твердого палива. Невуглецеві адсорбенти включають: силікагелі, активний оксид алюмінію, алюмогелі, цеоліти й глинисті породи.

Пожежна небезпека процесу адсорбції характеризується наявністю горючої рідини у виробничих цехах і на станції самої рекуперації, можливістю утворення вибухонебезпечних концентрацій пари горючої рідини на робочих місцях, у лініях транспортування пароповітряних сумішей і в об'ємі адсорберів, наявністю активованого вугілля, яке може горіти і в певних умовах самоспалахувати. Загальна кількість горючої рідини станції рекуперації, що знаходиться в апаратах, може доходити до 10 тонн і більш. Кількість вугілля на станціях середньої продуктивності досягає 10 – 12 тонн. Слід урахувати, що всередині об'ємів адсорберів вибухонебезпечна концентрація пари горючої рідини може утворитися навіть у тому випадку, коли пароповітряна суміш, що потрапляє до них, матиме концентрацію значно нижчу за НКМП. Таке явище можливе при підвищенні температури спалаху вугілля.

Джерелами запалювання при проведенні процесів адсорбції можуть бути іскри удару і тертя (пошкодження лопатей вентиляторів, знос підшипників і ін.); теплота самозаймання активованого вугілля.

Розповсюдження пожежі відбувається по технологічних комунікаціях, що транспортують пароповітряні суміші.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні процесів адсорбції:

- адсорбційна установка має забезпечувати безперервне і повне відсмоктування пари горючих рідин, що виділяється, від усіх робочих місць;

- лінії паро-, газоповітряної суміші адсорбційної установки мають бути забезпечені справними вогневими перешкодами. Кількість вогневих перешкод, їх вигляд і розміри вогнегасної насадки мають відповідати проекту. Експлуатувати установку без вогнеперешкоджувача або з вогнеперешкоджувачем, що не відповідає проекту, не допускається;

- у повітроводах має здійснюватися контроль швидкості руху пароповітряних сумішей (підтримується в межах 10 – 12 м/с);

- не допускається забруднення внутрішньої поверхні трубопроводів твердими горючими матеріалами;

- адсорбери мають бути обладнані пристроями для затоплення водою (підключаються до водопровідної мережі);

- активоване вугілля має застосовуватися тільки стандартне, з кількістю пилу в ньому (за масою) не більше 1%;

- має проводитися регулярний контроль температури в різних точках товщі активованого вугілля (критична температура не більше 60 °С);
- оптимальна висота шару активованого вугілля мусить витримуватися в межах 1 – 1,5 м – для вертикальних і 0,5 – 0,8 м – для горизонтальних адсорберів;
- для виключення випадків самозаймання відпрацьоване активоване вугілля після вивантаження необхідно змочувати водою;
- фільтри на адсорбційних установках або циклони для уловлювання з середовища, що транспортується, твердих домішок мають бути справними і регулярно очищатися.

13.2 Пожежна безпека процесів розділення горючих рідин

Для розділення рідких гомогенних горючих сумішей на компоненти, отримання надчистих рідин і для інших цілей застосовується процес перегонки. Перегонка є одним з найважливіших технологічних процесів розділення і очищення рідин і СГГ в хімічній, нафтохімічній, фармацевтичній, харчовій і інших галузях промисловості. Перегонка є процесом, в якому горюча рідина, що розділяється, нагрівається до кипіння, а пара, що утворюється, відбирається і конденсується. У результаті отримують рідину – конденсат, склад якої відрізняється від складу початкової суміші. Повторюючи багато разів процеси випаровування конденсату і конденсації, можна практично повністю розділити початкову суміш на чисті складові частини (компоненти).

Процес перегонки заснований на тому, що рідини, складові суміші, володіють різним тиском (пружністю) пари при одній і тій же температурі. Тому склад пари, а, отже, і склад рідини, що виходить при конденсації пари, будуть дещо відрізнятися від складу вихідної суміші: легколеткого або низькокиплячого компоненту (далі – НК) в парі міститиметься більше, ніж у рідині, яку перегоняють. У рідині, що не випаровувалася, концентрація важколеткого, леткого або висококиплячого (далі – ВК) компоненту збільшується.

Перегонку підрозділяють на два основні види: просту перегонку (або *дистиляцію*) і *ректифікацію*. Під простою перегонкою розуміють процес одноразового часткового випаровування початкової рідкої суміші і конденсації пари, що утворюється при цьому. Просту перегонку застосовують для розділення сумішей, що є легколеткою речовиною з деяким вмістом значно важколетких речовин. Зазвичай просту перегонку використовують для попереднього розділення, очищення речовин від домішок, смол, забруднень. При цьому сконденсовані пари називають дистилятом, а рідину, що залишилася, – залишком. Просту перегонку проводять періодично. При періодичній перегонці рідина поступово випаровується, і пари, що утворюються при цьому, безперервно видаляються з системи і конденсуються з отриманням дистиляту. При цьому вміст НК в кубовій (вихідній) рідині зменшується, що призводить до зниження вмісту НК в дистиляті – на початку процесу вміст НК максимальний, а в наприкінці – мінімальний. Просту перегонку можна проводити при атмосферному тиску або під вакуумом.

Ректифікація – це якнайповніше розділення сумішей рідин, цілком або частково розчинних один в одному. Процес ректифікації полягає в багатократній взаємодії пари з рідиною – флегмою, отриманою при частковій конденсації па-

ри. Основними типами апаратів для проведення процесу ректифікації є колони ректифікацій (далі – РК), які за будовою можуть бути з тарілками і насадками. За будовою РК принципово не відрізняються від тарілчастих і насадок абсорберів, розглянутих в 13.1. На відміну від абсорберів, для зниження втрат теплоти РК покривають тепловою ізоляцією. Основною особливістю РК є те, що для проведення ректифікації вони мають бути забезпечені відповідною теплообмінною апаратурою (кип'ятильником, підігрівачем, конденсатором-дефлегматором, холодильниками дистиляту і кубового залишку).

Процеси ректифікації проводять на установках безперервної або періодичної дії. В установці безперервної дії необхідно, щоб суміш, що поступає на розділення, стикалася із зустрічним потоком пари з дещо більшою концентрацією ВК, ніж в рідкій суміші.

При безперервній ректифікації багатокомпонентних сумішей в установці має бути не одна колона, а більше, оскільки в одній колоні можна розділити суміш тільки на два продукти.

Періодично діючі установки ректифікації застосовують, як правило, для розділення рідких сумішей в тих випадках, коли використання безперервно діючих установок є недоцільним. Звичайно це характерно для технологічних процесів, в яких кількість сумішей, що підлягають розділенню, невеликі і потрібний певний час для накопичення цих продуктів перед розділенням або в умовах частого змінного складу початкової суміші.

Пожежну небезпеку процесів ректифікації визначають пожежонебезпечними властивостями речовин і режимом роботи РК (температура, тиск).

Більшість колон працюють під невеликим тиском 0,12...0,7 МПа. При нормальних режимах роботи, в РК, що працюють під надмірним тиском, утворення горючої суміші неможливе. Горючі концентрації всередині РК можуть утворюватися в періоди зупинки на ремонт і пуску колон після ремонту. При аваріях або несправностях можливо: у колонах, що працюють під тиском, – вихід і займання продукту, якщо продукт нагрітий до температури самозаймання і вище, а в колонах, що працюють під вакуумом, – підсос повітря й утворення вибухонебезпечних концентрацій усередині колони.

Причини утворення нещільності і пошкоджень у РК: підвищення тиску, температурні і механічні дії, хімічне зношення обладнання. Підвищення тиску є наслідком порушень матеріального й енергетичного балансів, процесу нормальної конденсації парової фази, потрапляння до високонагрітих РК рідин з низькою температурою кипіння.

Джерелами запалювання в процесах ректифікації можуть бути: вогневі роботи; самозаймання нагрітого продукту; самозаймання пірофорних відкладень; нагріті поверхні РК й іншого обладнання.

Пожежа на колоні ректифікації може швидко набути великих масштабів, оскільки в результаті аварії можливий вихід назовні великої кількості горючої рідини і її пари. Пари горючої рідини, що виходять назовні, можуть привести до утворення вибухонебезпечних концентрацій в об'ємі приміщень або на території відкритих майданчиків. Розповсюдженню пожежі сприяють системи виробничої вентиляції й каналізації.

Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні процесів ректифікації:

- на відкритих майданчиках обладнання ректифікації має розміщуватися групами з урахуванням його пожежної небезпеки;
- перед пуском мають бути оглянуті та перевірена справність і готовність до роботи всіх пов'язаних з РК апаратів і трубопроводів, справність контрольно-вимірювальних приладів, регуляторів температури і тиску в колоні, вимірювачів рівня рідини в нижній частині колони, приймачах ректифікату, рефлюксних ємкостях і ємкостях залишку;
- РК, що встановлені на відкритих майданчиках, мають бути обладнані стаціонарною або напівстаціонарною системою пожежогасіння, колони для розділення СГГ, а також колонні апарати заввишки 40 м і більше мусять бути забезпечені стаціонарними системами водяного або легко-пінного охолодження і гасіння;
- прилади автоматичного контролю рівня рідини в сепараторах мають бути в справному стані. За відсутності стаціонарних приладів, має здійснюватися лабораторний контроль з періодичністю, що визначена у виробничих інструкціях;
- колони необхідно обладнати запобіжними клапанами;
- викинута через клапан флегма має відводитися в дренажні системи;
- пошкоджені ділянки теплоізоляції РК і їх опор необхідно своєчасно відновлювати. Теплоізоляція має бути чистою, справною і виконана так, щоб при витоках не могла утворитися прихована течя рідини по корпусу;
- при розгоні рідин, що полімеризуються, необхідно вживати заходів проти утворення і відкладення полімерів в колоні (подача інгібіторів) і періодично проводити очищення проти відкладень;
- перед відкриттям нижнього люка РК в апарат необхідно подати пару або мати наготові підключений до парової гребінки шланг;
- при перемиканні ліній має виключатися потрапляння в колону води або інших низькокиплячих рідин;
- після промивання і продування колони необхідно проводитися повне видалення води і конденсату;
- при подачі гострої пари до РК має проводитися його звільнення від конденсату, що утворюється в паровій лінії;
- щоб уникнути прояву високої температурної напруги в стінках апаратів установки ректифікації, які можуть виникнути під впливом атмосферних опадів або при пожежі, трубопроводи на прямих ділянках необхідно обладнати температурними компенсаторами; захищати теплоізоляцією опорні металеві конструкції (опори, «спідниці», етажерки і та ін.);
- на відкритих установках в зимовий час спускові й дренажні лінії, а також ділянки трубопроводів подачі замерзаючих рідин (води, луку і інших рідин) мусять мати справне утеплення;
- ремонтні роботи в колоні можуть проводитися лише після повного видалення продукту й продування РК парою.

ЛЕКЦІЯ 14. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Питання для розгляду на лекції:

14.1 Пожежна безпека хімічних реакторів.

14.2 Пожежна безпека екзотермічних процесів.

14.3 Пожежна безпека ендотермічних процесів.

Основними процесами більшості технологічних схем виробництва хімічної промисловості є процеси хімічного перетворення речовин. Ці процеси супроводжуються виділенням (екзотермічні) або поглинанням (ендотермічні) тепла. Для забезпечення оптимальних умов і безпечних режимів роботи технологічного обладнання необхідно застосувати спеціальну систему охолодження (процеси окислення, хлорування, гідрохлорування, гідрування, полімеризації і поліконденсації) або нагріву (процеси дегідрування, піролізу). У більшості випадків хімічні процеси протікають у присутності каталізаторів і ініціаторів. Каталізатори й ініціатори, що використовуються в реакторах, вельми різноманітні за складом.

Це метали, солі, кислоти, луги, металоорганічні сполуки, перекиси, гідроперекиси, діазо-з'єднання і та ін.

Основними апаратами хімічних технологій є хімічні реактори.

14.1 Пожежна безпека хімічних реакторів

Хімічний реактор – це апарат для проведення хімічних реакцій.

Хімічні реактори класифікують: за способом організації процесу; теплового режиму; режиму руху реакційного середовища; фазового стану початкових реагентів; конструктивного оформлення теплообмінних пристроїв.

За способом організації процесу розрізняють реактори періодичної, напівбезперервної і безперервної дії. У реакторах періодичної дії початкову сировину (реагенти) завантажують через певні проміжки часу. Після здійснення хімічних перетворень продукти реакції вивантажують з реактора. Після закінчення розвантаження реактора і його повторного завантаження процес повторюють. Таким чином, в реакторах періодичної дії всі його стадії (завантаження, реакція, розвантаження), протікають в одному місці (в одному апараті), але в різний час.

У реакторах напівбезперервної (комбінованої) дії один з початкових реагентів завантажують безперервно, інший – періодично. Іноді реагенти поступають в реактор періодично, продукти реакції вивантажують безперервно.

У реакторах безперервної дії надходження початкових реагентів, саму хімічну реакцію і вивантаження продуктів реакції, проводять одночасно і безперервно, але роз'єднані в просторі, тобто здійснюють у різних частинах одного апарату.

За тепловим режимом реактори бувають ізотермічні, адіабатичні, реактори з програмованим тепловим режимом.

Реактори, в яких процес протікає при постійній температурі в усіх точках реакційного об'єму, називають ізотермічними. Досягти постійності температури в реальних умовах доволі складно. Тому для більшості реакторів найбільш характерним є політропічний режим, тобто часткове відведення тепла реакції або підведення тепла ззовні. Для відведення і підведення тепла використовують відповідні тепло- і хладагенти.

Реактори, що працюють без теплообміну з навколишнім середовищем, називаються адіабатичними. Все тепло, що виділяється (або що поглинається) в реакторі, акумулюється реакційною сумішшю. Ці реактори прості за конструкцією, у них немає теплообмінних пристроїв. Для створення адіабатичного режиму використовують теплоізоляцію.

У реакторах з програмованим тепловим режимом теплообмін здійснюється відповідно до заданої програми зміни температури по висоті реактора або в певних точках реакційного об'єму (у певні проміжки часу).

По режиму руху реакційного середовища розрізняють реактори витіснення і реактори з перемішуванням (при безперервній дії реактора).

Реактор витіснення характеризується тим, що в ньому всі частинки заповнюючого продукту рухаються в заданому напрямі, не перемішуючись з частинками, що рухаються попереду і ззаду, повністю витісняючи, подібно до поршня, частинки потоку, що знаходяться попереду. Час перебування всіх частинок реакційного середовища в апаратах ідеального витіснення однаковий. Склад реакційної суміші змінюється поступово, по довжині (висоті) реактора, унаслідок протікання хімічної реакції.

Реактори з перемішуванням, характеризуються тим, що реагенти, які поступають до них, інтенсивно перемішуються за допомогою мішалки. Реагенти безперервно подають до реактора, а продукти реакції безперервно виводять. Частинки, що поступають до такого реактора, миттєво змішуються з частинками, що вже знаходяться в ньому. У результаті в усіх точках реакційного об'єму вирівнюються параметри, що характеризують даний процес.

За конструктивним виконанням теплообмінних пристроїв розрізняють реактори з сорочкою, з внутрішніми змійовиками, із зовнішнім (внутрішнім) теплообмінником і з подвійними трубками.

Система теплообміну може бути безперервною і ступінчастою.

Безперервне відведення (підведення) тепла здійснюють через теплообмінну поверхню по всій висоті реактора. При ступінчастому відведенні (підведенні) тепла реактор поділяється на адіабатичні секції з проміжним охолодженням (підігрівом).

У реакторах, крім хімічних, мають місце й фізичні процеси, за допомогою яких створюють оптимальні умови для здійснення хімічних реакцій (підтримуються: певна температура, тиск, швидкість перемішування і та ін.). Тому хімічні реактори з'єднують з іншими технологічними апаратами (компресорами, насосами, теплообмінниками, сепараторами).

Машини і апарати, які сполучені між собою в певній послідовності, утворюють технологічну схему. При цьому апарати, що розташовані до реактора, призначені для підготовки й подачі початкових реагентів до реактора, а розташовані після реактора – для виділення цільового продукту, який отримують у результаті хімічних перетворень.

Пожежну небезпеку хімічних реакторів визначають фізико-хімічні і пожежонебезпечні властивості вихідних реагентів і продуктів реакції; властивості реакційного середовища і каталізаторів (ініціаторів), що застосовуються; параметри процесу, що проходить в реакторі (тиск, температура, об'ємна або масова швидкість); тип і конструктивні особливості реактора.

Горюче середовище в період нормального ведення технологічного процесу в реакторі не утворюється, оскільки в початкових реагентах і продуктах реакції відсутній окислювач. Горюче середовище може утворитися в періоди завантаження або вивантаження, при заміні відпрацьованого каталізатора, якщо порушується безпечне співвідношення між паливом і окислювачем при подачі їх до реактора.

Каталізатори можуть бути вибухопожежонебезпечними і стати джерелами запалювання. Органічні сполуки володіють великою хімічною активністю, займаються на повітрі, реагують з вибухом, з водою, іншими речовинами. Для збільшення поверхні контакту каталізатора з речовиною його наносять на пористу основу (активоване вугілля, силікагель, кераміку і та ін.), що володіє розвинутою поверхнею. Каталізатори, які виготовлені на основі активованого вугілля, схильні до самозагоряння.

Шляхи розповсюдження пожежі: при нормальному ході технологічного процесу вихід ГГ, пари і рідин з реакторів виключений, оскільки вони закриті герметично. Вихід горючих речовин у виробниче приміщення або на відкритий майданчик можливий тільки у разі пошкоджень або виникнення аварій. Пошкодження (аварії) реакторів можуть відбутися при порушенні матеріального балансу в реакторі, збільшенні швидкості хімічної реакції (приводить до значного підвищення тиску і температури в реакторі) і зниженні механічної міцності стінок реактора.

Основні вимоги пожежної безпеки при улаштуванні й експлуатації хімічних реакторів:

- експлуатація реакторів з відключеними або несправними контрольно-вимірними і регулюючими приладами, засобами і системами протипожежного захисту не допускається;
- у реакторному відділенні не допускається приготування розчинів вибухопожежонебезпечних компонентів. Ця операція необхідно проводити в спеціально обладнаному приміщенні;
- завантаження порошкоподібних вибухопожежонебезпечних речовин необхідно здійснювати при справній системі місцевих відсмоктувачів або використовувати ці речовини у вигляді попередньо підготовлених суспензій;
- не допускається експлуатація реакторів і інших апаратів при заповненні гідравлічних затворів нижче необхідного рівня;
- відбір проб з реакторів через несправні пробовідбірні пристрої не допускається;
- при використанні металоорганічних каталізаторів необхідно контролювати вміст кисню і вологи у вихідній сировині, інертному газі з періодичністю, встановленою технологічним регламентом;
- для запобігання підвищенню тиску в контактних апаратах, що живляться через випарники, не допускається потрапляння до них рідини, яка не випарувалася;
- у реакторах, в яких відбувається перемішування вибухопожежонебезпечних речовин, необхідно забезпечити надійну роботу мішалок і контролювати герметичність сальникових ущільнень валу мішалок. При зупинці мішалки або порушенні герметичності валу мішалки реактор має бути зупинений;
- у реакторах з використанням твердого каталізатора (у вигляді зерен, стружки і т.п.) і необхідністю перемішування маси, мішалку після зупинки не

допускається включати повторно без попереднього розвантаження апарату від твердого каталізатора;

- у рідинних реакторах не допускають перевищення регламентованого рівня рідини. Пристрої, які регулюють висоту шару рідини, мають бути справними;

- при відведенні надмірного тепла реакції за рахунок випаровування води або іншої рідини не допускається зниження рівня випаровуваної рідини нижче встановленого нормами;

- при використанні скрапленого газу як холодоагента не допускається відключати охолоджувальні пристрої реактора від загальної системи охолодження без попереднього зливу скрапленого газу;

- при включенні в роботу системи охолодження реакторів із скрапленим газом арматуру на лінії його подачі необхідно відкривати поступово, щоб уникнути переохолодження стінок апаратів і їх пошкодження;

- стан стінок реакторів з агресивними середовищами має контролюватися шляхом огляду й вимірювання величини зносу металу;

- у випадку відкладення твердих продуктів на внутрішніх поверхнях обладнання і трубопроводів, їх забивання, у тому числі і пристроїв аварійного зливу з технологічних систем, передбачаються контроль за наявністю цих відкладень і заходи щодо їх безпечного видалення;

- дозування компонентів в реакційних процесах має бути переважно автоматичним і здійснюватися в послідовності, що виключає можливість утворення всередині апаратури вибухонебезпечних сумішей або некерованого ходу реакцій;

- використання залишкового тиску середовища в реакторі періодичної дії для перетискання реакційної маси до іншого апарата допускається в окремих, обґрунтованих випадках;

- апаратуру рідкофазних процесів оснащують системами контролю і регулювання в ній рівня рідини і (або) засобами автоматичного відключення подачі цієї рідини до апаратури при перевищенні заданого рівня або іншими засобами, що виключають можливість переливу;

- реакційні апарати вибухонебезпечних технологічних процесів з перемішувачами, як правило, оснащують засобами автоматичного контролю за надійною роботою і герметичністю ущільнень валів мішалок, а також блокуваннями, що запобігають можливості завантаження до апаратури продуктів при непрацюючих перемішувачах у тих випадках, коли це потрібно за умовами ведення процесу і забезпечення безпеки. Засоби контролю і системи блокувань визначають при проектуванні;

- реакційна апаратура, в якій відведення надмірного тепла реакції при теплопередачі через стінку здійснюють за рахунок випаровування охолоджуючої рідини (холодоагенту), оснащується засобами автоматичного контролю, регулювання і сигналізації рівня холодоагенту в теплообмінних елементах;

- при розробці реакційних процесів отримання або застосування продуктів, що характеризуються високою вибуховою і пожежною небезпечкою (ацетилену, етилену при високих параметрах, піроксидних, металоорганічних сполук і ін.), схильних до термічного розкладання або мимовільної спонтанної полімеризації, саморозігріву, а також здатних займатися або вибухати при взаємодії з во-

дою і повітрям, мають передбачати додаткові заходи пожежної безпеки з урахуванням цих властивостей;

- при застосуванні в реакційних процесах речовин і матеріалів, здатних до самозагооряння в середовищі повітря, необхідно передбачати заходи, що виключають або гальмують процес їх окислення (запобігання дії на них повітря, зменшення поверхні окислення за допомогою ущільнення маси, примусове охолодження, введення інгібіторів, що гальмують процес окислення);

- при застосуванні каталізаторів, зокрема металоорганічних, які при взаємодії з киснем повітря і (або) водою можуть самозайматися і (або) вибухати, необхідно передбачати заходи, що виключають можливість подачі в систему сировини, матеріалів і інертного газу, що містять кисень і вологу в кількостях, які перевищують гранично допустимі значення;

- для виключення можливості перегріву речовин, їх самозаймання або термічного розкладання з утворенням вибухопожежонебезпечних продуктів в результаті контакту з нагрітими елементами апаратури, визначають і регламентують температурні режими, оптимальні швидкості переміщення продуктів, граничний допустимий час перебування їх у зоні високих температур і інші заходи;

- відкриття реакторів у разі їх зупинки допускають після зменшення надмірного тиску, зливу горючої рідини, видалення горючої пари і газів, продування внутрішнього об'єму інертним газом;

- вивантаження каталізатора з апарата можна проводити тільки після його регенерації (пасивації) і продування інертним газом;

- вивантаження відпрацьованого каталізатора, у складі якого можуть бути самозаймисті продукти розкладання, необхідно проводити в герметично закриті бункери, до яких мають подавати інертний газ;

- для відходів, що утворюються в процесі виробництва, мають бути визначені і регламентуватися способи їх обробки, утилізації або знищення.

14.2 Пожежна безпека екзотермічних процесів

До екзотермічних процесів відносять процеси *хлорування, гідрохлорування, гідрування, полімеризації, поліконденсації* та ін.

Процеси *хлорування (гідрохлорування)* пов'язані з введенням атома хлору до органічних сполук. Введенням хлору до органічних сполук отримують мономери, які використовують для виробництва пластичних мас, хімічних волокон, синтетичних каучуків, розчинників, отрутохімікатів, а також проміжних продуктів органічного синтезу. Як вихідні продукти в промислових процесах хлорування і гідрохлорування використовують горючі вуглеводневі гази (метан, етан, етилен, пропілен, ацетилен і та ін.) і горючі рідини (бензол, толуол, фенол і та ін.).

Горюче середовище в процесах *гідрування* утворюють горючі рідини, які використовують як сировину або виходять у результаті технологічного процесу. Особливу небезпеку представляють горючі рідини, нагріті в умовах виробництва до температури самозаймання і більше (для нагріву використовують ВОТ). Технологічне обладнання, нагріте до температури вище 200 °С і що знаходиться під тиском газоподібного водню, піддається активній водневій корозії.

До специфічних джерел запалювання, які можуть виникати в процесі гідрування, слід віднести розряди статичної електрики і самозагоряння пірофорних з'єднань при контакті їх із повітрям (наприклад, при заміні каталізатора).

Шляхи розповсюдження пожежі в реакторах гідрування пов'язані з можливістю появи нещільності, пошкоджень, при підвищенні тиску в реакторі і з виходом назовні пари горючої рідини і водню з самозайманням їх при контакті з повітрям. Причини підвищення тиску: порушення температурного режиму (перегрів початкової сировини, погіршення тепловідводу з реакційної зони); стискання і подрібнення каталізатора, що веде до підвищення гідравлічного опору; прогар труб, що призводить до аварій і пожежі; попадання в реактор рідкого продукту.

Полімеризація – це процес отримання полімерних з'єднань (полімерів) з низькомолекулярних речовин (мономерів), при цьому взаємодія молекул мономера (або мономерів) не супроводжується виділенням побічних низькомолекулярних з'єднань. Як початкові речовини для реакцій полімеризації застосовують ненасичені з'єднання, що мають подвійні або потрійні зв'язки (етилен, ацетилен, стирол і їх похідні). При полімеризації відбувається розрив подвійного зв'язку, внаслідок чого молекула реагує з іншими молекулами.

Процеси полімеризації використовують для отримання пластмас, каучуків і інших речовин.

Поліконденсація – це процес утворення полімерів, при якому взаємодія молекул мономерів супроводжується виділенням побічних низькомолекулярних з'єднань (води, спирту, хлористого водню і та ін.).

Поліконденсацію використовують для отримання полімерів, синтетичних смол, кремнійорганічних полімерів.

14.2.1 Вимоги пожежної безпеки при проведенні екзотермічних процесів

Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні екзотермічних процесів:

- обладнання, що працює під надмірним тиском має бути оглянуто;
- операції з приготування розчинів пожежо- і вибухонебезпечних ініціаторів (каталізаторів) слід проводити в ізольованому приміщенні;
- при використанні металоорганічних каталізаторів для попередження небезпеки їх розкладання необхідно систематично контролювати вміст вільного кисню і вологи в початковій сировині і використовуваному інертному газі, здійснювати строгий контроль справності теплообмінної поверхні систем водяного охолодження або обігріву;
- дозування сировини і водню необхідно проводити за допомогою системи автоматичного регулювання, при порушеннях технологічних параметрів процесу гідрування має спрацьовувати сигналізація;
- підвищення і пониження температури в товстостінних реакторах необхідно проводити плавно, відповідно до встановленого графіка;
- у процесі роботи необхідно постійно контролювати основні параметри процесу і режиму роботи реакторів: температура, кількість і співвідношення вихідних речовин, що надходять до апарата; температура і кількість холодоагента, що подаються (теплоносія); температура в різних точках реакторів і тиск;
- реактори мають бути обладнані мембранними вибуховими клапанами;

- робота мішалок і сальникових ущільнень, рівень рідини, який використовують у системі охолодження, необхідно постійно контролювати;
- теплообмінні поверхні необхідно своєчасно очищати від полімерних з'єднань і здійснювати контроль за утворенням полімерних пробок;
- товщину стінок апаратів необхідно контролювати шляхом періодичного огляду і вимірювання величини зносу матеріалу;
- відпрацьований каталізатор, який схильний до самозагоряння, необхідно вивантажувати з реактора в герметично закриті бункери, що знаходяться під захистом інертного газу.

14.3 Пожежна безпека ендотермічних процесів

До ендотермічних процесів відносяться процеси *дегідрування*, *піролізу* та інші.

Дегідрування – це хімічний процес відщеплювання атомів водню від органічних сполук. Дегідруванням отримують мономери для виробництва синтетичних каучуків, пластичних мас, іонообмінних смол і інших речовин.

Процеси дегідрування в промислових умовах проводять за високих температур (від 200 °С до 600 – 650 °С), у присутності каталізатора і при підведенні тепла в зону реакції. Для збільшення виходу продукту процес здійснюють при тиску, що близький до атмосферного або під вакуумом. Пониження тиску досягають введенням розчинників (водяної пари, азоту, водню, двоокису вуглецю і ін.), які знижують парціальний тиск початкових продуктів.

Горюче середовище в процесах дегідрування складають горючі продукти, що заповнюють реактор і сполучений з ним регенератор, в який подають повітря, пари і гази. При підвищенні тиску в реакторі горюча пара і гази можуть потрапити до регенератора; при підвищенні тиску в регенераторах повітря може перейти в реактор (в обох випадках можуть утворитися вибухонебезпечні суміші).

Температура при проведенні процесів дегідрування коливається в межах 0 – 300 °С, тиск у межах 150 – 200 МПа. Тому характерним джерелом запалювання будуть тепловий прояв хімічних процесів і нагріті поверхні обладнання.

Шляхи розповсюдження пожежі: вибух, розтікання горючих рідин, горіння їх на великих площах.

Піроліз – це розкладання органічних сполук, що супроводжується їх деструкцією. Піроліз відбувається під дією високих температур (більше 700 °С) і здійснюється в газопаровій фазі без доступу повітря. Піроліз може супроводжуватися процесом полімеризації.

Горюче середовище в процесах піролізу складають вуглеводневі гази, які використовують в трубчастих печах і нагріті значно вище температури самозаймання (при підвищенні температури різко зростає швидкість і глибина піролізу).

14.3.2 Вимоги пожежної безпеки при проведенні ендотермічних процесів

Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні процесу дегідрування:

- конструкції реактора мають бути виготовлені із спеціальних стійких до корозії і ерозії матеріалів;
- подача вихідної сировини має регулюватися автоматично;

- температурний режим, стан циклонів, рівнемірів каталізатора, електрофільтрів необхідно контролювати постійно;
 - швидкість подачі повітряного потоку має регулюватися так, щоб виключалося віднесення каталізованого пилю;
 - для розбавлення вибухонебезпечних концентрацій окислу вуглецю необхідно влаштовувати системи подачі азоту в регенератор;
 - димові гази мають контролювати на вміст окислу вуглецю.
- Специфічні вимоги пожежної безпеки при проведенні процесу піролізу:
- подача сировини до змічка має регулюватися автоматично;
 - для виключення коксоутворення необхідне розбавлення сировини парою;
 - труби зміяків мають бути виготовлені з високоякісних жаростійких сталей;
 - щоб уникнути перегріву сировини в трубчастих підігрівачах необхідно автоматично регулювати її температуру, а також температуру піролізного газу на виході його з гартівних апаратів;
 - печі піролізу мають бути обладнані стаціонарними системами парогасіння і паровою завісою.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Анализ пожарной опасности и защиты технологического оборудования: учебник /В.В. Рубцов, В.П. Назаров, С.А. Горячев и др.; под. общ. ред. В.П. Назарова. – М.: АГПС МЧС России, 2006. – 226 с.
2. Артемьев В.П. Пожарная безопасность технологических процессов. Часть 2. Пожарная безопасность оборудования и процессов взрывопожароопасных производств: учеб. пособие /В.П. Артемьев, Ф.Н. Абдрафиков. – Минск, 2008. – 169 с.
3. Михайлюк О.П. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: навч. посібник /О.П. Михайлюк, В.В. Олійник, Г.О. Мозговий. – Харків: АЦЗУ, 2004.– 407 с.
4. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Затверджено Наказом МНС від 03.12. 2007. №833.
5. НАПБ В.01.027-85/112. Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности.
6. НПАОП 0.00-1.41-88 Загальні правила вибухобезпеки для вибухопожежонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв.

Навчальне видання

ФЕСЕНКО Герман Вікторович

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
З КУРСУ**

«ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВ»

*(для студентів 4-го курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці»).*

Відповідальний за випуск *В.І. Заїченко*

Редактор *Д. Ф. Курильченко*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2012, поз. 95 Л

Підп. до друку 22.06.2012

Друк на різнографі

Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 5,1

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.